EINE ABGRENZUNG NORMALER UND DYSPLASTISCHER HÜFTGELENKE DURCH DEN HÜFTWERT

Reinhard Brückl

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546027_0015

Dissertationsdruck- und Verlagsanstalt
Werner Blasaditsch Augsburg Theodor-Heuß-Platz 3
Printed in Germany

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Direktor: Professor Dr.A.N.Witt

EINE ABGRENZUNG NORMALER UND DYSPLASTISCHER HÜFTGELENKE DURCH DEN HÜFTWERT

Auswertungen der Röntgenbilder von 1779
Hüftgelenken Jugendlicher zwischen
5 und 20 Jahren

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Reinhard Brückl
aus
Landshut

Jahr
1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.Doz.Dr.D.Tönnis
Mitberichterstatter:	Prof.Dr.A.N.Witt
Dekan:	Prof.Dr.W.Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	4.Juli 1972

Meinen Eltern

Herrn Priv.Doz.Dr.D.Tönnis danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, für wertvolle Anregungen und Kritik; Herrn Prof.Dr.A.N.Witt und Herrn Priv.Doz.Dr.D.Tönnis weiterhin dafür, daß sie die Benützung des Leipniz-Rechenzentrums München ermöglichten.
Danken möchte ich auch meinem Kommilitonen J.Busse, der mit mir alle Messungen durchführte, ferner den Herren Dr.Hepp, Dr.Gasteiger und wiederum Dr.Tönnis für die Beurteilung der Röntgenbilder.
Mein Dank gilt nicht zuletzt der gesamten Röntgen-Abteilung der Orthopädischen Universitätsklinik München, besonders deren Leiterin Schw.M.Columbièra für Unterstützung und Beratung jeder Art, und meinem Bruder Nikolaus für das Zeichnen der Diagramme.

Inhalt

I. Einleitung

Seite

II. Meßgrößen und Meßtechnik 2

1.der Pfannendachwinkel nach HILGENREINER 3
2.der ACM-Winkel von IDELBERGER und FRANK 4
3.der CE-Winkel nach WIBERG 6
4.das statische Kopfzentrum 9
5.der SCE-Winkel 10
6.die Dezentrierungsstrecke d 11
7.der Hüftwert 11

III. Auswahl und Aufteilung des Materials 12

IV. Untersuchungsergebnisse 17

1.Mittelwerte des Pfannendachwinkels 20
2.der Wachstumsquotient 22
3.Mittelwerte des ACM-Winkels 23
4.Korrelation zwischen ACM- und Pfannendachwinkel 29
5.Mittelwerte des SCE-Winkels 30
6.Mittelwerte der Dezentrierungsstrecke d 33
7.die Notwendigkeit einer exakten Abgrenzung 35
8.die Abgrenzung normaler und dysplastischer Hüftgelenke 37
9.die Einteilung zwischen leicht- und schwer-dysplastisch 39
10.der Hüftwert im Vergleich mit den übrigen Größen 41
11.die Klinik pathologischer Hüftgelenke 43

V. Zusammenfassung 50

Literatur 53

Anhang mit 4 Nomogrammen

I. Einleitung

Von zahlreichen Autoren ist immer wieder darauf hingewiesen worden, daß die Dysplasie des Hüftgelenkes in ihren verschiedenen Varianten vielfach als Ursache der Koxarthrose anzusehen ist (HILGENREINER;PUTTI;ORTOLANI;ERLACHER;RÜTT; FRANCILLON;ALBERT;FRANCON;u.v.a.). HACKENBROCH nimmt für die überwiegende Zahl von Koxarthrosen eine angeborene Dysplasie als Ursache an. Dabei handelt es sich nach HOFFMANN--DAIMLER um eine "teils hereditäre, teils essentielle knöcherne Entwicklungsverzögerung. Betroffen sind die knorpelig praeformierten Gelenkelemente, die in ihrer Verknöcherung mehr oder weniger in Verzug geraten sind". BECKER weist ebenfalls unter Bezugnahme auf PORTMANNneben einer sog. physiologischen Dysplasie ("Physiologische Frühgeburt") auf eine endogene Anlagestörung hin.
"Ein solcher endogener Faktor dürfte sich einerseits in einem von manchen Autoren angenommenen Materialfehler an den knöchernen und vor allem knorpeligen Gelenkanteilen manifestieren, andererseits in einer Störung des Wachstums, welches ja die weitere und die endgültige Formgestaltung bestimmt."

Damit ist schon angedeutet, daß man nicht nur im frühen Kindesalter des einzelnen Patienten, sondern auch während seiner weiteren Entwicklung mit dysplastischen Veränderungen am Hüftgelenk rechnen muß.
Deshalb kann wohl in den wenigsten Fällen eine Behandlung oder Beobachtung auch einer nur dysplasieverdächtigen Hüfte als abgeschlossen betrachtet werden. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang besonders auf die Gefahren der Pubertätszeit mit ihren "komplexen Störfaktoren"(HACKENBROCH;SCHEDE;BECKER;u.a.) und die Möglichkeiten zu dysplastischen Formveränderungen nach traumatischen, entzündlichen und degenerativen Prozessen sowie trophischen Alterationen(HACKENBROCH;FORESTIER;SCHLEGEL;u.a.).

Unter diesen Formveränderungen, d.h. allgemein: unter Dysplasie verstehen wir Abweichungen der Pfannen- oder Kopf-

form von der Konfiguration eines normalen Hüftgelenkes, z.B. eine zu flache Pfanne, eine zu tiefe Pfanne, einen deformierten, zu großen oder zu kleinen Kopf, jede Inkongruenz der Gelenkflächen (Arthrosetheorie von PREISER), sowie Anomalien in der Stellung beider artikulierender Teile zueinander, angefangen beim zu steil gestellten Azetabulum, der Coxa valga, der Coxa vara -gleich, welcher Herkunft- über die Dezentrierung und Subluxation bis zur hochstehenden Luxatio iliaca.
Daß nun eine oder mehrere dieser genannten Veränderungen infolge der gestörten Gelenkmechanik andere Vitien induzieren und von diesen wiederum beeinflußt werden können, so daß schließlich die verschiedensten Kombinationen von Fehlentwicklungen möglich werden, ist uns durch zahlreiche Arbeiten eindeutig belegt (MEYER;STORCK;PAUWELS;STEINDLER; MÜLLER;MAU;DENHAM;u.v.a.).

Da aber erst im fortgeschritteneren Stadium der Dysplasie klinische Symptome, wie rasche Ermüdbarkeit des Gelenkes, Beweglichkeitseinschränkung, Schmerzempfindung, Beinverkürzung mit Beckenschiefstand und mehr oder weniger stark ausgeprägter statischer Skoliose, Muskelkontrakturen, seitliches Hüfthinken nach DUCHENNE, TRENDELENBURG'sches Zeichen u.a.m. auftreten, ist auch hier eine möglichst exakte Röntgendiagnose von entscheidender Bedeutung. Hierbei erscheint es notwendig, die Beurteilung dysplastischer Vorgänge anhand von Röntgenbildern zu erleichtern und vor allem zu objektivieren, d.h. von subjektiven Betrachtungsweisen wegzuführen und einheitlichen, jederzeit anwendbaren Kriterien zu unterwerfen.

Diesem Grundsatz dienen vorzüglich geometrische Größen, die unter exakter Definition stets in gleicher Weise reproduzierbar sind und gerade bei fraglichen Fällen -auf die es hier ja besonders ankommt- Veränderungen aufzeigen können, die das betrachtende Auge nicht ohne weiteres erkennt. Damit sind solche Größen auch brauchbare Parameter für Aussagen über mögliche oder wahrscheinliche Entwicklungen von zweifelhaften Hüftgelenken.

Mehrere Autoren haben sich mit Winkel- und Streckenmessungen an Beckenübersichtsaufnahmen befaßt und auch verschiedene Meßverfahren eingeführt (HORVATH;WEBER;HILGENREINER; FRANCILLON;FABER;GROSSE;WIBERG;PITZEN;ROHLEDERER;MASSIE und HOWORTH;IDELBERGER und FRANK;COLEMAN;LEFRANC;MÜLLER;KAISER; STRACKER;TÖNNIS;BRUSSATIS;SCHULTHEISS;TÖNNIS und BRUNKEN;u.a.) Es würde aber im Rahmen unseres Themas zu weit führen, wollten wir alle bekannten Methoden darstellen und beurteilen.

II.Meßgrößen und Meßtechnik

Aus der Vielzahl der vorgeschlagenen, teils bewährten, teils mangelhaften Konstruktionsverfahren haben wir die gebräuchlichsten und, wie wir meinen, auch einfachsten herausgegriffen. Um das Verständnis der folgenden Ausführungen nicht zu erschweren, seien sie hier kurz aufgeführt und besprochen.

1) Der Pfannendachwinkel von HILGENREINER wird in der Weise konstruiert, daß man durch die Y-Fugen eine Gerade zieht, welche den am weitesten nach caudal ragenden Punkten beider Darmbeinschaufeln anliegt. Diese Gerade bildet beidseits den einen Schenkel, der andere entsteht durch die Verbindungslinie der genannten Punkte mit dem jeweils am weitesten nach lateral vorspringenden Teil des Pfannendaches, dem sogenannten Pfannenerker(PUTTI). Worauf bei der Festlegung dieses Punktes besonders zu achten ist, haben TÖNNIS und BRUNKEN angegeben.

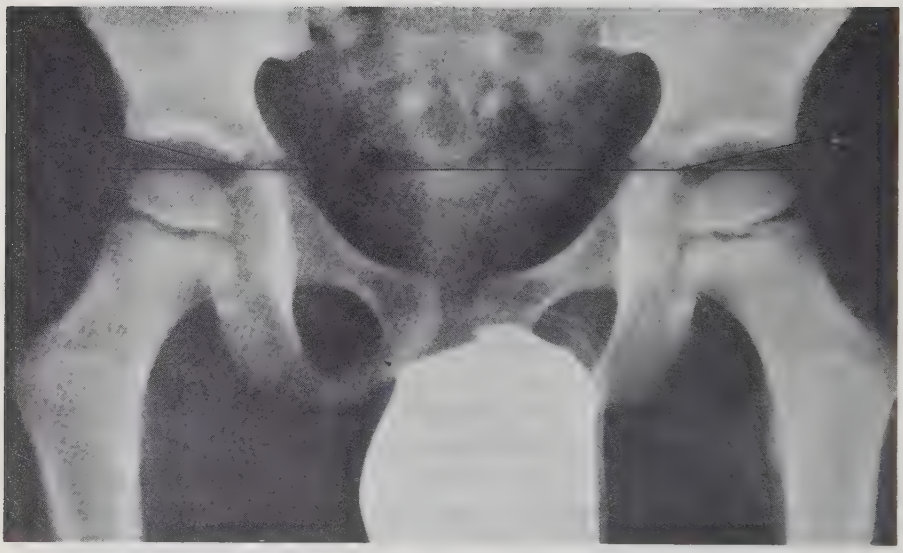


Abb.1 Beispiel für die Konstruktion des Pfannendachwinkels

Geringe Ungenauigkeiten können sich dann in dieser Konstruktion , die ja stets beide Hüften zugleich erfaßt, einschleichen, wenn bei einer einseitigen Dysplasie mit flacher, ausgewalzter Pfanne die Y-Fuge im Vergleich zu der der Gegenseite nach cranial oder caudal, je nach der Beeinflussung der Fehlbildung durch das coxale Femurende (z.B. Coxa vara,Coxa valga,--subl.,--lux.), verschoben ist. Der untere Schenkel des Pfannendachwinkels auf der gesunden Seite wandert dann jeweils im entgegengesetzten Sinne und verändert jenen entsprechend. Dieser Nachteil tritt jedoch erst im späteren Stadium des Wachstums auf, wenn es ohnehin schwierig wird, die Y-Fugen und vor allem die untersten Punkte der Darmbeinschaufeln noch genau auszumachen.
Als stereometrisches Gebilde ändert der Pfannendachwinkel von HILGENREINER seine Röntgenprojektion zwangsweise bei vermehrter

Beckenkippung oder -aufrichtung (FABER;ROHLEDERER;PITZEN; KAISER;TÖNNIS;BRUSSATIS) sowie seitlicher Beckendrehung (WEBER;TÖNNIS;BRUSSATIS).
Trotzdem ist dieser Winkel innerhalb der von TÖNNIS und BRUNKEN angegebenen Grenzen(Beckendrehungsindex, Symphysensitzbeinwinkel) nach unseren Erfahrungen ein recht gutes Maß für die Beurteilung und Beobachtung des Pfannendaches in der Zeit des ersten Lebensjahrzehnts und vielfach darüber hinaus.

2) Der Pfannendachwinkel von IDELBERGER und FRANK ist gegenüber dem vorgenannten relativ unabhängig von veränderten Beckenstellungen, ebenfalls einfach in der Konstruktion -sofern sich die Fixpunkte gut auffinden lassen- und außerdem in allen Altersstufen, für beide Hüftgelenke gesondert, anwendbar.

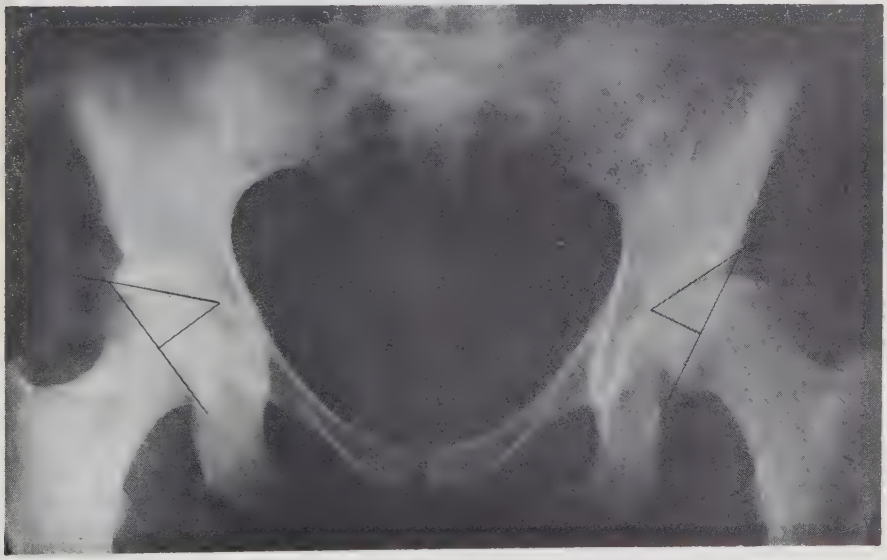


Abb.2 Beispiel für die Konstruktion des ACM-Winkels

Die Konstruktion dieses ACM-Winkels, wie er auch genannt wird, benützt als Punkt A die uns schon bekannte Stelle am Pfannenerker, als Scheitelpunkt C den Ort, wo die in M errichtete Mittelsenkrechte auf die Strecke AB den Pfannenboden trifft,

wobei B nach den Angaben der Autoren anatomisch mit dem tiefsten Punkt des unteren Pfannenrandes am Ende der Facies lunata identisch ist, und zwar soll das die Stelle sein, "an welcher der Pfannenrand durch die Incisura acetabuli unterbrochen wird." Röntgenologisch stellt sich der Bezugspunkt B "entweder als kleine, aufgehellte Inzisur oder als weißer Punkt dar."
Diese Stelle genau festzulegen, bereitete auch uns in einigen Fällen Schwierigkeiten, vornehmlich bei Aufnahmen von Jugendlichen unter zehn Jahren. Zum anderen scheinen die von IDELBERGER und FRANK angegebenen Grenzen für normale und pathologische Winkelbereiche etwas schematisiert zu sein. Wir werden später noch einmal darauf zurückkommen. Dennoch ist dieser Winkel eine brauchbare und praktische Größe für die Beurteilung der Pfannenausbildung von der Mitte des ersten Lebensjahrzehnts an über die Pubertätszeit hinaus, da seine Konstruktion nicht an das Vorhandensein der Y-Fugen gebunden ist.

3) Beim CE-Winkel von WIBERG wird der Femurkopf in die Konstruktion miteinbezogen. Damit beschreibt diese Größe nicht nur die Ausbildung des Pfannendaches, sondern auch umgekehrt -von der Stellung und der Form des coxalen Femurendes (Coxa vara, Coxa valga,--antetorta,--subl.) aus betrachtet- die Ausnutzung der Pfanne durch das Caput femoris.

Abb.3.Beispiel für die Konstruktion des CE-Winkels nach WIBERG

Der Punkt C (=center of the head) läßt sich nach WIBERG mittels konzentrischer Kreise auf einer einmal angefertigten Röntgenfilmschablone bestimmen. Einen Schenkel des Winkels schafft die Verbindung des Kopfzentrums mit dem Bezugspunkt E (=lateral edge of the acetabular roof) -uns als Pfannenerker (PUTTI) bereits bekannt- , der andere wird von einer Geraden gebildet, die ebenfalls durch den Punkt C geht und parallel zur Körperlängsachse liegt. Bestimmt wird diese Gerade B nach der Methode WIBERGS als Senkrechte auf eine zweite Linie A, die durch beide Kopfzentren zieht.
"This method can be used when both the femoral heads are relatively well embraced in the acetabulum, which is generally the case in small variations in the development of the acetabular roof, for which these measurements are intended."

Für den Fall der Dislokation oder Subluxationsstellung eines Femurkopfes schlägt WIBERG die Einzeichnung einer Hilfslinie durch die Mitte des Kreuzbeins entsprechend der Körperlängsachse(Medianebene) vor, zu welcher parallel die Gerade B eingestellt werden könne. Im Hinblick auf Asymmetrien des Os sacrum , z.B. durch unvollständige Sakralisation von L_5 sowie partielle Lumbalisation von S_1 oder Synostosierungsstörungen an tieferen Wirbeln, und trophische oder traumatische Kreuzbeinverformungen erscheint uns diese Lösung nicht ausreichend. Zudem ist die Voraussetzung "the pelvis naturally having been photographed in a symmetrical position" nicht immer exakt gegeben.

ALBERT verwendete zur besseren Orientierung eine horizontale Hilfslinie, welche den beiden Sitzbeinhöckern anliegt. Sie sollte neben der Bestimmung der Geraden B als Senkrechte auf diese auch eine vergleichende Beurteilung der kleinen Rollhügel ermöglichen. Mit Rücksicht auf verschiedene Beckenasymmetrien, isolierte Verformungen des Tuber ossis ischii während oder nach Ossifikationsstörungen, Sklerosierungen am Adduktorenursprung u.ä. muß auch hier auf die Schwierigkeiten einer genauen Konstruktion hingewiesen werden. Außerdem wird die Einzeichnung jener Geraden bei kindlichen Becken, wo die Scham-Sitzbein-Fuge noch nicht geschlossen ist, unmöglich. Bei solchen Aufnahmen hätten wir für die Festlegung der Geraden B allerdings noch die "Y-linie"(WIBERG) aus der Konstruktion des HILGENREINER'schen Pfannendachwinkels zur Verfügung.

Andere Autoren benutzten horizontale Linien durch die Enden beider Tränenfiguren (unbrauchbar, da nur unregelmäßig vorhanden), die Spitzen der großen Rollhügel (ungeeignet bei Subluxation und Luxation) und die höchsten Punkte der Kopfkurvaturen (gänzlich nutzlos schon bei geringen Veränderungen von Kopfform und Kopfstellung).

Um diesem Dilemma auszuweichen, orientierten wir uns hauptsächlich an einer horizontalen Hilfslinie am Unterrand der Iliosakralgelenke.

Hier bildet die Linea terminalis beim Übergang vom Os ilium zum Os sacrum beidseits einen stark aufgehellten Bogen, der auch bei schlechter Aufnahmetechnik im Kontrast zur dunklen Beckenapertur stets zu sehen ist. Er läuft je nach Beckenkippung oder -aufrichtung sowie Steil- oder Flachstellung der Darmbeinschaufeln entweder einheitlich nach einer -manchmal sogar scharfen- Biegung auf den Gelenkspalt zu oder teilt sich -meist an der Stelle dieser extremen Biegung- in zwei aufgehellte Linien, die divergierend den Gelenkspalt erreichen und zwischen sich ein etwas dunkleres Dreieck fassen. An die stark aufgehellte Stelle der genannten Umbiegung, sozusagen ins Maximum des beschriebenen Bogens, legten wir beidseits die Bestimmungspunkte der horizontalen Geraden. Ist das vorher erwähnte Dreieck vorhanden, so kommt seine laterale Spitze auf diese Horizontale zu liegen. Nach unseren Beobachtungen verhält sie sich gegenüber Beckenasymmetrien relativ neutral. Jedoch bereitete die exakte Festlegung auch dieser Linie hin und wieder Schwierigkeiten. Für solche Fälle wurde, wenn nötig, zwischen ihr und der von ALBERT angegebenen Geraden gemittelt, wie überhaupt stets auf die Parallelität beider waagrechter Linien -bei Vorhandensein der Y-Linie, diese vergleichend miteinbezogen- geachtet wurde. Bei Anwendung des Röntgen-Ischiometers von MÜLLER war das keine besondere Mühe, sogar das Einzeichnen jener Linien wurde überflüssig, da auf ihm verschiedene Parallelen vorgegeben sind; desgleichen die konzentrischen Ringe für die Bestimmung des Kopfzentrums.

Die Feststellung WIBERGs :"In a normal hip joint and in joints with a maldeveloped acetabular roof, the femoral head is always spherical enough to enable practically exact determination of its center" kann jedoch nur bedingt gelten. Entsprechend dem von uns eingangs gegebenen Dysplasiebegriff -Formveränderungen von Pfanne u n d Kopf ("Präarthrotische Deformität",HACKENBROCH) sowie Stellungsanomalien von beiden zueinander- wurde es unbedingt notwendig, eine Konstruktion für die Bestimmung des Kopfzentrums zu finden, die von exakt definierten Bezugspunkten ausgeht und dabei auch für alle möglichen Fälle von Kopfdeformierungen anwendbar ist.

Dazu rechnen wir, wie schon erwähnt, nicht nur sämtliche Abweichungen des Caput femoris von der Kugelgestalt, sondern auch den zu kleinen und den zu großen Femurkopf, die ja durchaus noch sphärische Rundung zeigen können.

Entscheidend für die Druckübertragung und die Gelenkmechanik ist die Ausbildung des oberen Pfannenanteils, des sog.Pfannendaches (HILGENREINER;STORCK;HACKENBROCH;WIBERG; v.LANZ;PAUWELS;STEINDLER;MÜLLER;DENHAM;TÖNNIS;u.v.a.) und des ihm unterstellten Femurkopfsegmentes(HACKENBROCH;PAUWELS; MASSIE;MÜLLER;MAU;SCHLEGEL;u.a.) sowie die Kongruenz zwischen beiden (PREISER;HACKENBROCH;STRAUSS;PERROT;BARDET;FRANCON;MAU; u.a.). Wir betrachten daher für die Festlegung eines Kopfzentrums nur den Teil des Caput femoris, der in der Belastungszone liegt, einen Kreissektor unter dem Pfannendach (Das ist der Bereich, den der Auftreffwinkel nach v.LANZ bei normal gestelltem Azetabulum und einem mittleren CCD-Winkel von 126° beschreibt).
Es lag uns daran, keine grundsätzlich neuen Meßmethoden einzuführen, sondern nach Möglichkeit von einfachen, bereits bewährten Verfahren auszugehen.

Als Rahmenkonstruktion dient die von IDELBERGER und FRANK zur Bestimmung des ACM-Winkels eingeführte Methodik. Das Lot in M auf die Strecke AB teilt die Pfanne in eine obere und eine untere Hälfte. Die Begrenzungslinien der oberen Pfannenhälfte sind die Strecken MA und MC. An die Stellen, wo sie die Kopfkalotte verlassen, legten wir die Bestimmungspunkte einer Sekante DF. Da der Kreismittelpunkt stets auf der Mittelsenkrechten einer beliebigen Sekante liegt, mußte auch das Femurkopfzentrum auf der Mittelsenkrechten dieser Sekante DF zu finden sein. Es war nun keine Schwierigkeit, mit dem Röntgen-Ischiometer von MÜLLER solange an dieser Mittelsenkrechten entlangzufahren, bis sich einer der auf ihm markierten oder zwischen diesen oder außerhalb davon zu denkenden, konzentrischen Kreise mit dem Bogensegment DF deckte. Wir nannten den auf diese Weise gefundenen Mittelpunkt SC (=static center), um damit auf die oben angeführten Überlegungen hinzuweisen. Dieses Statische Kopfzentrum stimmt bei

normalen bis leicht dysplastischen Fällen mit dem "center of the femoral head" WIBERGs überein, welches er ja ausschließlich für die Beurteilung des Pfannendaches und der Kopfstellung, nicht aber der Kopfgröße und -form benutzte.

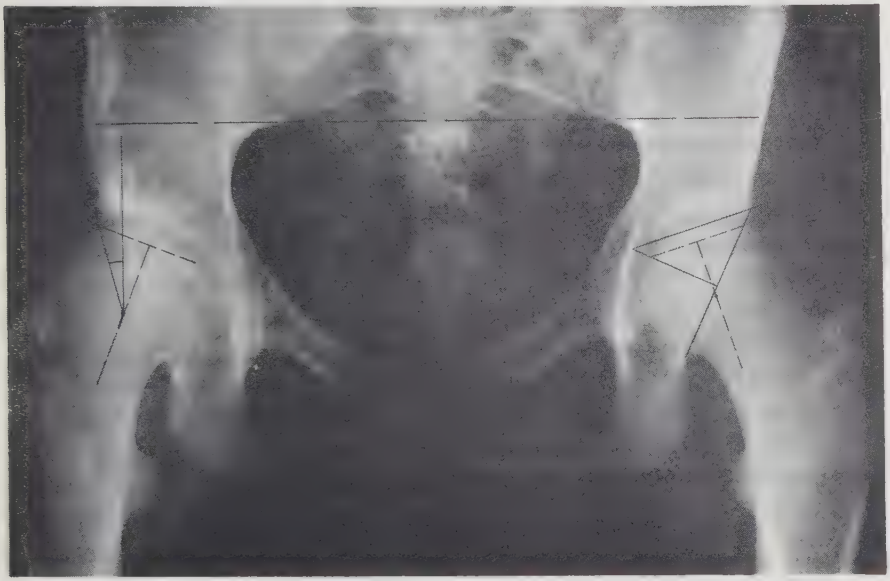


Abb. 4.Beispiel für die Konstruktion des SCE-Winkels

Bei verschiedenen Kopfdeformationen -"Kopf in Nackenlage" (JANSEN), "Dogenmützenform"(PUTTI), Einrollungskopf(Papageienkopf), Femurköpfe mit Pilzhut, Walzenform u.ä.- während oder nach Luxations- und Subluxationszuständen, Coxitiden, PERTHES'scher Erkrankung, Epiphyseolysis-, Necrosis capitis femoris, Osteomyelitis, Osteoarthritis u.s.w. weicht das SC -zuweilen ganz erheblich- vom eigentlichen Zentrum, dem Massenmittelpunkt ab.

Eine Voraussetzung für die Konstruktion unseres SCE-Winkels ist natürlich, daß das Caput femoris noch in

irgendeiner Beziehung zum Acetabulum steht. Somit können Subluxationen in jedem Falle erfaßt werden, Luxationen dagegen nicht. Entsprechend den in Kapitel I festgestellten Möglichkeiten und Funktionen von Winkel- und Streckenmessungen am Hüftgelenk dürfte das auch irrelevant sein. Eine zweite Einschränkung erfährt diese Methode bei der Betrachtung kindlicher Hüften in ganz frühen Stadien, wenn die Kopfkalotte noch zu ungenügend knöchern ausgebildet ist, um in der vorhin bezeichneten oberen Pfannenhälfte in ausreichender Größe zu erscheinen. Für diese Fälle wird man wohl am besten den CCD-Winkel und die beiden bekannten Bezugspunkte am äußersten oberen Rand der Kopfepiphyse und am Diaphysenstachel(HILGENREINER) zu Hilfe nehmen(MÜLLER;DEBRUNNER;FRANCILLON;u.a.).
Ist nun das SC (=static center) bestimmt und die Gerade B parallel zur Körperlängsachse mittels der genannten horizontalen Hilfslinien ausgerichtet, kann der drehbare Pfeil des MÜLLER'schen Röntgen-Ischiometers auf den Punkt E eingestellt und der SCE-Winkel direkt abgelesen werden. Es sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Anfertigung der Beckenübersichtsaufnahme stärkere Rotationsstellungen des Schenkelhalses zu vermeiden sind, da sonst der Wert des SCE-Winkels verfälscht werden könnte.

4) Die Verbindung des SC mit dem Mittelpunkt M der Geraden AB nannten wir Dezentrierungsstrecke "d". Sie erfaßt jene Fälle von Inkongruenz , die durch Deformierungen des Caput femoris hervorgerufen werden, Dezentrierungen von Kopf und Pfanne, und entscheidet bei kleiner werdendem SCE-Winkel, ob eine mangelhafte Ausbildung des Pfannendaches oder Dezentrierung oder Subluxation die Ursache dafür ist.

Daneben wurden auch die Entfernung des SC vom Pfannenerker E, die Strecke AB und bei vorhandenem HILGENREINER-Winkel auch die Länge seines oberen Schenkels (=Distanz des Pfannenerkers vom tiefsten Punkt des Darmbeins) gemessen.

5) Der Hüftwert.

Jede der hier beschriebenen Größen ist jedoch für sich allein nicht ausreichend, um die vielfältigen Variationen der Hüft-

dysplasie geometrisch zu erfassen. Es erscheint daher sinnvoll, die Entscheidung zwischen "normal" und"dysplastisch" nicht mit Hilfe einer einzigen Meßgröße zu treffen, besonders auch im Hinblick auf mögliche oder wahrscheinliche Entwicklungen in Wachstum und Verschleiß.
Aus diesem Grunde haben wir einen Versuch zur Abgrenzung unternommen mit der Zusammenfassung von drei weitgehend voneinander unabhängigen Größen in einem Wert, welchen wir Hüftwert nannten. In diesen Hüftwert gehen gleichberechtigt ein : der ACM-Winkel, der SCE-Winkel und die Dezentrierungsstrecke d (Vgl. dazu J.BUSSE).

III. Auswahl und Aufteilung des Materials

Das Röntgenarchiv der Orthopädischen Universitätsklinik München ist weitgehend nach Diagnosen geordnet. Unter dem Sammelbegriff "Luxationen" sind Hüften zu finden, die alle verschiedenen Formen der Dysplasie aufweisen. In der Mehrzahl handelt es sich hier um konservativ reponierte Luxationshüften, die über größere Zeiträume hinweg beobachtet wurden, oder um Hüftdysplasien, die wegen subjektiver Beschwerden im Rahmen der klinischen Untersuchung auch zur Röntgenuntersuchung kamen.
Mit "Verschiedene Becken" sind Hüftaufnahmen bezeichnet, die aus den vielfältigsten Ursachen heraus, wie z.B. Hüftprellung, äußere Verletzungen durch Unfälle aller Art, gynäkologische Schmerzen , Beschwerden bei organischen Erkrankungen im großen und kleinen Becken, Kontrolluntersuchungen -besonders bei familiärer Belastung-, ungewöhnlicher Gangart u.a.m., entstanden sind und in der Regel auch einen normalen Gelenkbefund zeigen.
Wir entnahmen zunächst aus diesen beiden Depots ohne Vorzensur sämtliche Röntgenbilder von Jugendlichen zwischen 5 und 2o Jahren und führten an ihnen unsere Messungen durch. Dabei hatten wir einige Ausfälle zu verzeichnen, weil die Konstruktion der Meßgrößen nicht immer möglich war (schlechte Auf-

nahmetechnik, verschwommenes Gelenkbild bei akuten entzündlichen oder degenerativen Prozessen, Störungen des Kalksalzeinbaues u.s.w.). Andere Aufnahmen schieden wegen zu starker Beckenkippung sowie -aufrichtung oder -drehung (TÖNNIS und BRUNKEN) aus; desgleichen Hüften, an denen bereits operative Eingriffe vorgenommen worden waren.

Um aber bei den geplanten statistischen Untersuchungen von exakten Voraussetzungen ausgehen zu können, wurde es notwendig, diese Aufteilung nach definierten Kriterien zu korrigieren. Zu diesem Zwecke bearbeiteten wir auch von allen gemessenen Hüften -soweit vorhanden- die dazugehörigen Krankenblätter auf die Angaben über Art und Dauer von Schmerzen und Beweglichkeitseinschränkung. Bei diesem Vorgehen erfuhr unser Material nachträglich eine weitere Verringerung, da 1/5 bis 1/4 der benötigten Krankenblätter -die entsprechenden Röntgenbilder datierten zum Teil bis in die dreißiger Jahre zurück- nicht mehr aufzufinden waren. Schließlich mußten auf Grund der Krankengeschichte noch einmal einige Hüften entfernt werden, da an ihnen alio loco verschiedentlich Operationen (Pfannendachplastik, Umstellungs- und Drehosteotomien) durchgeführt worden waren, von denen unser Röntgenbild keinerlei Spuren mehr gezeigt hatte. (Bei dieser Gelegenheit wurden auch die wenigen Hüftaufnahmen von Patienten mit schlaffer oder spastischer Lähmung der unteren Extremitäten herausgenommen).

Die Bewertung der Krankenblätter ermöglichte zunächst eine klare Aufteilung des Materials in "physiologische" und "pathologische" Hüftgelenke. Als "pathologisch" bezeichneten wir eine Hüfte, welche zum Zeitpunkt der Anfertigung des zugehörigen Röntgenbildes entweder Schmerz oder Beweglichkeitseinschränkung, Koxarthrose oder Kombinationen dieser genannten Symptome zeigte. Dabei unterschieden wir nach einem bestimmten Code (Tab.1) zwischen ständigen und intermittierenden Schmerzen mit der Zeitspanne von ihrem ersten Auftreten an (manchmal sehr vage Angaben in der Anamnese!), schmerzhafter oder schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung und drei röntgenologisch verschiedene Koxarthrosegrade.

Zur Bestimmung der Einschränkung der Hüftgelenksbeweglichkeit faßten wir die Grenzen nicht zu eng, da diese Messungen nach Konstitution des Patienten und Beurteilung des Untersuchers etwas schwanken können. Reichte jedoch die Beweglichkeit in den einzelnen Richtungen laut Krankenblatt über die in Abb. 5 schraffiert eingezeichneten Bereiche nicht hinaus, wurde eine Einschränkung konstatiert. Als "physiologisch" bezeichneten wir eine Hüfte, die zum Zeitpunkt der Anfertigung des entsprechenden Röntgenbildes diese genannten Symptome nicht aufwies.

Um einerseits Veränderungen der Meßwerte infolge des Wachstums zu berücksichtigen und andererseits auch zahlenmäßig repräsentative Werte zu bekommen, unterteilten wir das Untersuchungsgut in 8 verschiedene Altersgruppen. Insgesamt gelangten schließlich 1256 physiologische und 523 pathologische Hüftgelenke zur Auswertung. Alle Meßdaten und Bemerkungen zu jeder einzelnen Hüfte wurden auf Lochkarten übertragen und mit Hilfe des TR4-Rechners im Leibniz-Rechenzentrum München ausgewertet.(Das Computer-Programm hierfür entwarf J.BUSSE).

Tab.1

Code für die Bewertung von Schmerz, Beweglichkeitseinschränkung und Koxarthrose.

Schmerzen

0 = keine Schmerzen
1 = intermittierende Schmerzen weniger als 1/2 Jahr
2 = " " zwischen 1/2 und 2 Jahren
3 = " " zwischen 2 und 5 Jahren
4 = " " zwischen 5 und 1o Jahren
5 = " " zwischen 1o und 15 Jahren
6 = " " zwischen 15 und mehr Jahren
-1,-2,-3,-4,-5,-6, = ständige Schmerzen in den entsprechenden Zeiträumen

Beweglichkeitseinschränkung

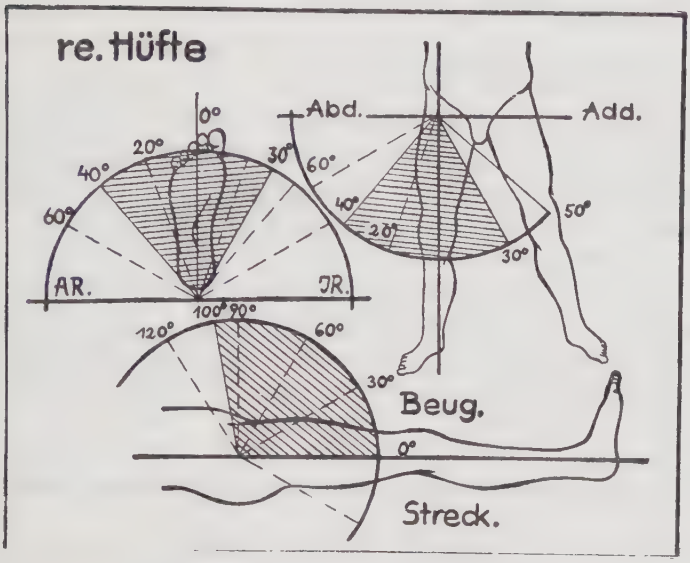
0 = keine Beweglichkeitseinschränkung
1 = schmerzhafte " der Innen- und, oder Außenrotation
2 = " " der Ab- und, oder Adduktion
3 = " " der Beugung und, oder Streckung
4 = 1 + 2
5 = 1 + 3
6 = 2 + 3
7 = 1 + 2 + 3

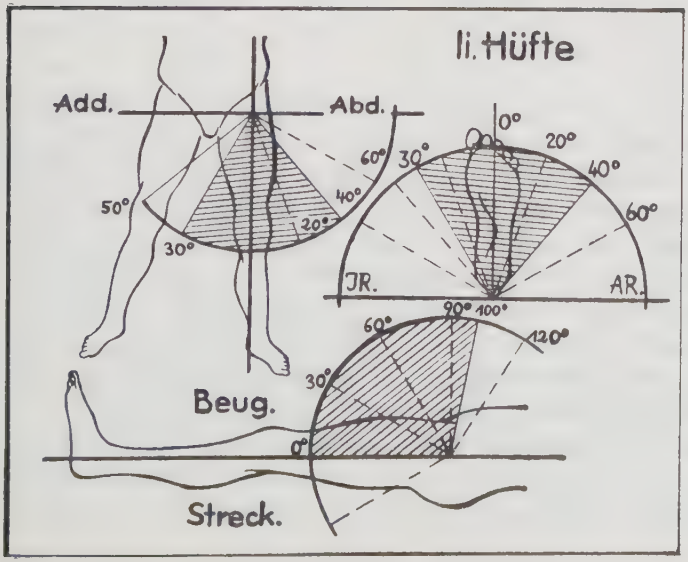
-1, -2, -3, -4, -5, -6, -7 = schmerzlose Beweglichkeitseinschränkung in den entsprechenden Bewegungsrichtungen.

Koxarthrose

Röntgenologischer Koxarthrosegrad 0 = keine röntgenologisch faßbare Veränderung
" " 1 = vermehrte Sklerosierung von Kopf oder Pfanne; geringe Verschmälerung des Gelenkspaltes; geringer Randwulstanbau.
" " 2 = kleine Zysten in Kopf oder Pfanne; zunehmende Verschmälerung des Gelenkspaltes; mäßige Kopfentrundung.
" " 3 = große Zysten in Kopf oder Pfanne; starke Verschmälerung des Gelenkspaltes bis völliger Schwund desselben; starke Kopfentrundung und -destruktion.

Abb.5 Schema zur Definition der Beweglichkeitseinschränkung





IV) Untersuchungsergebnisse

1. Betrachtung der Verteilungen physiologischer und pathologischer Hüftgelenke unter verschiedenen Aspekten, orientiert an den einzelnen Meßgrößen.

a) Der Pfannendachwinkel

In der Altersgruppe I (= 5 und 6 Jahre) liegen 15 % der physiologischen und 82 % der pathologischen Hüftgelenke außerhalb der oberen s-Grenze, ihre Pfannendachwinkel sind also größer als der Bereich : Mittelwert + Standardabweichung umfaßt.
In den beiden nächsten Altersstufen macht dieser Anteil 16,5 % und 71 % sowie 21,8 % und 100 % der meßbaren Hüftpfannendachwinkel aus. Mittelwert und Standardabweichung wurden von den physiologischen Hüftgelenken in jeder Altersgruppe berechnet und für die Betrachtung der pathologischen Gelenke zugrundegelegt.

Alter(Jahre)	physiologische Hüftgelenke außerhalb der oberen s-Grenze	pathologische Hüftgelenke
5 + 6	15 %	82 %
7 + 8	16,5%	71 %
9 +10	21,8%	100 %

Diese Reihe läßt sich nicht weiter verfolgen, da in den höheren Altersgruppen nur noch vereinzelt Pfannendachwinkel pathologischer Hüftgelenke gemessen werden können, die Anzahl der Meßwerte und damit die Aussagefähigkeit abnimmt. Bei stärker ausgebildeter Dysplasie -wir haben es hier ja vorwiegend mit konservativ reponierten Luxationshüften zu tun- ist also ein frühzeitiger Schluß der Y-Fugen zu verzeichnen, was dafür spricht, daß neben der Hormonwirkung auch lokale Reize diesen Prozess beeinflussen können, während Pfannendachwinkel physiologischer Hüftgelenke sogar noch bis ins Alter von 15-16 Jahren meßbar sind. Dennoch läßt sich aus diesen Zahlen folgendes

ablesen: In beiden Serien ist mit fortschreitendem Alter eine Zunahme der Dysplasie zu verzeichnen, bei den physiologischen Hüftgelenken nur gering - hier entspricht der Prozentsatz der außerhalb der oberen s-Grenze liegenden Pfannendachwinkel annähernd dem einer Normalverteilung-, bei den pathologischen ganz erheblich, für die Altersstufe III muß sogar gesagt werden, daß hier die Pfannendachfehlbildung in fast allen Fällen zumindest eine Teilursache der Pathogenität darstellt. Bei einer gemeinsamen optischen Bewertung der Röntgenbilder mit TÖNNIS, GASTEIGER und HEPP wurden innerhalb der oben beschriebenen Verteilung des PDW nur 4,3 % der physiologischen und 67 % der pathologischen Hüftgelenke in der Altersgruppe I, 12,3 % und 62 % sowie 7,6 % und 86 % in den beiden folgenden Gruppen mit der Bemerkung "Dysplasie" oder "Grenzwert" versehen. Die Beurteilung "dysplastisch" erhielten aber z.B. in der Altersstufe II (= 7 und 8 Jahre) auch 13 % der physiologischen und 9,1 % der pathologischen Hüftgelenke, deren Pfannendachwinkel innerhalb des Bereiches : Mittelwert $\pm$ Standardabweichung liegen.

Die Abweichungen in diesen Zahlenangaben lassen sich folgendermaßen erklären: Einmal vermag das betrachtende Auge nicht in der Beurteilung der Dysplasie exakt zu entscheiden, dargestellt am Beispiel der Pfannendachfehlbildung, zum anderen ist der Pfannendachwinkel selbst naturgemäß nicht in der Lage, Hüftgelenke mit anderen Dysplasiesymptomen zu beurteilen, solange sich diese nicht auf die Entwicklung des Pfannendaches auswirken. Zum Beispiel liegen bei den Altersgruppen I und II nach der Pfannendachwinkelverteilung 66,7 % von insgesamt 60 und 69,7 % von insgesamt 56 der physiologischen Hüftgelenke mit der Bemerkung "Coxa valga" zwischen den beiden s-Linien, also innerhalb des Bereiches : Mittelwert $\pm$ Standardabweichung und nur 16,7 % und 19,6 % außerhalb der oberen s-Grenze. Betrachten wir aber diesen Bereich bei den ersten drei Altersgruppen in aufsteigender Reihe, so ergibt sich folgendes Bild: 16,7 % (60) der physiologischen und 82 % (72) der pathologischen Hüftgelenke im Alter von 5 und 6 Jahren, 19,6 % (56) und 74 % (45) sowie 30,4 %(46) und 100 % (38) in den beiden näch-

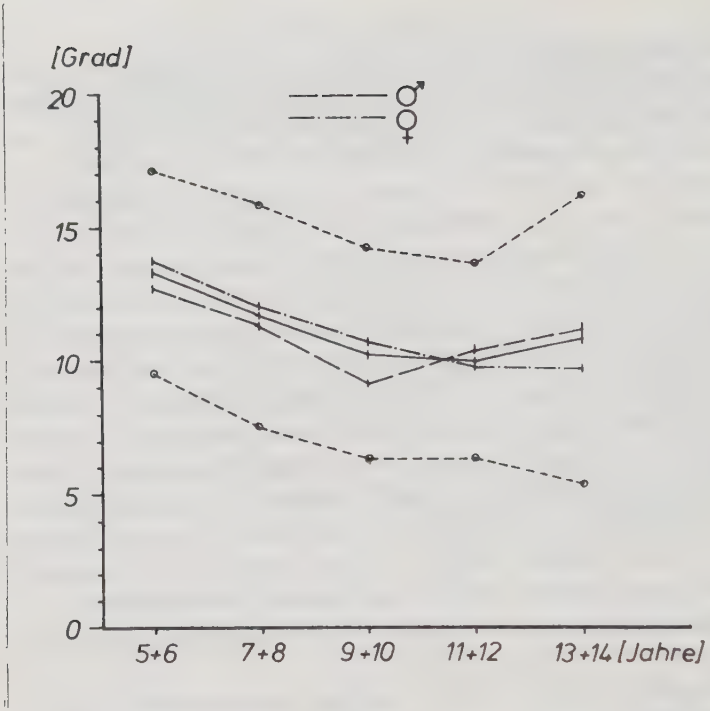


Abb.6 Darstellung der Pfannendachwinkel-Mittelwerte von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamtmittelwert

sten Gruppen liegen oberhalb der einfachen Standardabweichung (In den Klammern ist jeweils die Gesamtzahl der "Coxa-valga"-Hüftgelenke angegeben).

Die Richtigkeit der Diagnose "Coxa valga" einmal angenommen, heißt das, daß nicht jede Steilstellung des coxalen Femurendes mit einer Pfannendachdysplasie vereint ist und umgekehrt, daß aber bei längerem Bestehen derselben ein ursächlicher Zusammenhang zwischen beiden evident wird, wie die ansteigenden Prozentzahlen sowohl bei den physiologischen als auch den pathologischen Hüftgelenken zeigen.

Tab.3 (s.S.20) Mittelwerte des Pfannendachwinkels, unterschieden in weiblich - männlich(a) und rechts - links(b) für 5 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen.

a) Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	13,7 ± 3,7	106	12,7 ± 3,7	80
7 + 8	12,0 ± 4,1	74	11,3 ± 4,4	64
9 +10	10,7 ± 3,9	114	9,1 ± 3,8	56
11+12	9,7 ± 3,9	78	10,3 ± 3,1	44
13+14	9,6 ± 4,5	16	11,1 ± 5,7	38

b) Alter	rechts	Anzahl	links	Alle	Streuung des $\bar{M}$
5 + 6	13,3 ± 3,6	93	13,3 ± 3,9	13,3 ± 3,8	0,28
7 + 8	11,4 ± 3,8	69	12,0 ± 4,6	11,7 ± 4,2	0,36
9 +10	10,3 ± 4,0	85	10,1 ± 3,9	10,2 ± 3,9	0,30
11+12	10,0 ± 3,5	61	9,8 ± 3,8	9,9 ± 3,6	0,33
13+14	10,5 ± 3,8	27	10,8 ± 6,6	10,7 ± 5,4	0,73

Wie aus Tab. 3 zu ersehen ist, nimmt der Pfannendachwinkel bei den Mädchen bis zur Verknöcherung der Y-Fugen laufend ab, bei den Jungen nur bis zum Ende des 10.Lebensjahres, von da an ist vorübergehend ein leichter Anstieg zu verzeichnen. In der Altersstufe VI (=15 und 16 J.) beträgt der Mittelwert des PDW bei ihnen wiederum 9° mit einer Standardabweichung von 4,2° (Vgl.dazu TÖNNIS und BRUNKEN).
Diese verzögerte Pfannendachabrundung bei den Jungen könnte mit der Ausbildung der massigeren Femurköpfe zusammenhängen; allgemein macht sich hier ein größerer Wachstumsschub in der Ausgestaltung des gesamten Beckens bemerkbar, der offensichtlich das Einsetzen der Pubertät anzeigt. Bei den Mädchen ist dieser Prozess nicht so auffällig und eher abgeschlossen. Spätestens im Alter von 14 Jahren verknöchert hier die Y-Fuge.

Von 20 meßbaren Pfannendachwinkeln in der Gruppe VI stammte nur noch ein einziger von einem weiblichen Becken .

Tab.4

Mittelwerte und Standardabweichungen verschiedener Strecken in Millimetern.

a) Länge des oberen Schenkels des PDW = Distanz des Pfannenerkers vom tiefsten Punkt des Darmbeins

b) Strecke AB in der Konstruktion nach IDELBERGER und FRANK

c) Entfernung des SC vom Pfannenerker E

(I: 5 + 6 Jahre ..... VIII: 19 + 20 Jahre, WQ = Wachstumsquotient

WQ	a weibl.	a männl.	b weibl.	b männl.	c weibl.	c männl.	WQ
I	29,0±2,3	29,2±2,7	43,4±3,2	44,9±3,4	23,4±1,8	23,8±1,2	I
3,1							4,1
II	32,1±2,9	33,0±2,9	47,1±3,8	50,1±4,0	26,0±2,3	27,2±2,9	II
2,7							2,5
III	34,9±3,4	35,2±3,4	50,8±4,0	54,0±4,3	27,7±2,2	28,5±2,5	III
3,8							2,3
IV	37,4±2,9	37,8±2,3	56,8±4,6	56,2±4,1	30,8±2,7	30,7±2,5	IV
1,2							3,7
V	38,8±2,6	38,9±6,2	58,3±4,4	63,3±5,3	31,5±2,4	33,8±2,7	V
							2,5
VI		41,3±4,8	59,2±4,4	67,0±4,7	32,0±2,0	35,3±2,3	VI
VII			60,2±4,8	66,6±3,4	32,7±2,2	35,6±1,5	VII
VIII			58,6±4,2	69,4±5,3	32,2±2,0	37,1±2,8	VIII

Die drei in Tab.4 aufgeführten Strecken sind voneinander unabhängig und geben brauchbare Auskünfte über die geometrischen Veränderungen des Hüftgelenkes während des Wachstums. Bildet

man für diese Strecken die Differenzen von einem zum nächsthöheren Mittelwert, zählt sie zusammen und teilt sie durch 3, so ergibt sich für den Übergang von einer zur anderen Altersstufe ein bestimmter "Wachstumsquotient"(WQ), der die komplexen Veränderungen des Gelenkes -natürlich nur in der zweidimensionalen Ebene des Röntgenbildes- beschreibt. Seine Werte sind ebenfalls in Tab.4 eingetragen, für Mädchen ganz links, für Jungen ganz rechts.

Bei einem Vergleich der Zahlen fallen sofort zwei größere Wachstumsschübe auf, der erste liegt bei beiden Geschlechtern zwischen 5 und 8 Jahren, der zweite bei den Mädchen zwischen 9 und 12, bei den Jungen erst zwischen 11 und 14 Jahren. Dieses Ergebnis stimmt mit dem oben beschriebenen nochmaligen Anstieg des PDW im gleichen Zeitraum überein, während bei den Mädchen für das entsprechende Intervall lediglich ein mäßigerer Abfall desselben zu verzeichnen ist.

Betrachten wir die einzelnen Strecken und ihre unterschiedlichen Veränderungen etwas genauer, so ergibt sich folgendes Bild: Die unter a) beschriebene Distanz ist mit dem PDW zusammen ein Maß für die Ausladung und Abrundung des Pfannendaches. Je mehr nämlich der PDW ab- und die Länge seines oberen Schenkels zunimmt, umso ausgiebiger wird die Überdachung des Femurkopfes. Bei der auffälligen Vergrößerung der weiblichen Hüftgelenke (Strecke AB) zwischen 9 und 12 Jahren hält diese Entwicklung gleichmäßig mit, während bei den Jungen im entsprechenden Zeitraum, das ist zwischen 11 und 14 Jahren, hier offensichtlich eine Verzögerung eintritt, wie das Ansteigen der Pfannendachwinkelmittelwerte und die hervorstechend geringe Differenz von 1,1mm in der Spalte a beweisen. Zur gleichen Zeit aber ist bei den männlichen Hüftgelenken nach Auskunft der Mittelwertdifferenzen der unter c) angeführten Entfernung des SC vom Pfannenerker E das Femurkopfwachstum gerade auf dem Höhepunkt, bei den Mädchen dagegen bereits abgeklungen und auf ein nahezu konstantes Ausmaß eingestellt. Mit dem Rückgang des Kopfwachstums bei den Jungen im Alter von 13 bis 16 Jahren ist wiederum eine Zunahme der Lateralbewegung des Pfannendaches festzustellen, was mit dem abermals niedrigen PDW von 9^{o} übereinstimmt und die oben angeführte Theorie unterstützt.

b) Der ACM-Winkel

Tab. 5

Mittelwerte des ACM-Winkels unterschieden in männlich - weiblich (a) und rechts - links (b) für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

a)

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl	Alle	Anzahl
5 + 6	45,9±2,7	106	46,8±2,8	80	46,3±2,7	186
7 + 8	45,0±1,9	76	45,6±2,9	64	45,3±2,4	140
9 +10	44,3±2,3	128	45,6±2,1	60	44,7±2,3	188
11+12	45,2±2,6	92	45,7±2,3	46	45,4±2,5	138
13+14	45,2±2,8	68	46,9±2,5	66	46,1±2,8	134
15+16	44,1±2,7	77	47,0±1,7	43	45,1±2,8	120
17+18	44,0±3,2	56	45,9±2,4	38	44,8±3,0	94
19+20	43,2±2,5	56	45,6±2,8	54	44,4±2,9	110

b)

Alter	rechts	Anzahl	links	Alle	Streuung des $\bar{M}$
5 + 6	46,4±2,9	93	46,2±2,6	46,3±2,7	0,2
7 + 8	45,3±2,1	70	45,2±2,7	45,3±2,4	0,2
9 +10	44,6±2,2	94	44,8±2,5	44,7±2,3	0,2
11+12	45,3±2,4	69	45,4±2,6	45,4±2,5	0,2
13+14	46,0±2,6	67	46,1±3,1	46,0±2,8	0,2
15+16	45,3±2,9	60	44,9±2,7	45,1±2,8	0,3
17+18	44,9±3,0	47	44,6±3,1	44,8±3,0	0,3
19+20	44,2±2,9	55	44,5±2,9	44,4±2,9	0,3

Nach der Verteilung dieses Winkels liegen im Mittel 15,1 % der physiologischen Hüftgelenke außerhalb der oberen s-Linie und 15,7 % außerhalb der unteren s-Linie, was ungefähr einer Normalverteilung entspricht. Legt man die gefundenen Mittelwerte und Standardabweichungen (Tab.5) auch für die Verteilung der pathologischen Hüftgelenke zugrunde, so befinden sich im Durchschnitt 75,5 % von ihnen über der oberen s-Grenze und nur mehr 1,3 % unter der unteren s-Grenze. Bei den pathologischen Hüftgelenken zeigt sich also eine starke Rechtsverschiebung zu höheren Winkeln hin, was wiederum einer stärkeren Dysplasie entspricht. Nehmen wir einmal an, die obere s-Linie wäre die Grenze zwischen "normal" und "dysplastisch", dann müßten nach der Aussage des ACM-Winkels 75,5 % aller pathologischen Hüftgelenke auch dysplastisch sein. Hier zeigen sich bereits bemerkenswerte Unterschiede zu den Aussagen des HILGENREINER'schen Pfannendachwinkels: Während dieser mit fortschreitendem Alter eindeutig eine Zunahme der Pfannendachdysplasie beschrieb, gibt jener in allen acht Altersgruppen annähernd gleiche Werte an. Vergleichen wir zudem seine Mittelwerte mit denen des HILGENREINER'schen Winkels in den entsprechenden Altersstufen, so müssen wir feststellen, daß sie nur eine geringe Abwärtsbewegung ausführen, der ACM-Winkel also wenig Auskunft gibt über wachstumsbedingte Veränderungen am Pfannendach, wenngleich zugestanden werden muß, daß sich die beschriebenen Wachstumsschübe in der Pubertätszeit auch hier leicht abzeichnen. Dieser Winkel reagiert in seiner komplexen Konstruktion mit drei Fixpunkten eher auf Veränderungen des gesamten Azetabulums als auf die des Pfannendaches allein, d.h. er ist mehr ein Maß für die Tiefe der Gelenkpfanne als für die Abrundung des Pfannendaches. Bewegungen des Pfannenerkers beeinflussen bei ihm über die Strecke AB und deren Mittelsenkrechte erst sekundär den Wert des Winkels, während sie beim HILGENREINER'schen Winkel direkt von dessen oberem Schenkel registriert werden. Vergleichen wir Streuungen der Mittelwerte und Standardabweichungen bei beiden Winkeln, so läßt sich aus der

Tatsache, daß diese Werte beim Pfannendachwinkel von HILGENREINER durchschnittlich um 66 % bzw. 55 % höher sind als die des ACM-Winkels, ebenfalls folgern, daß jener größeren Streuungen unterliegt, also "sensibler" ist. (Für diesen Vergleich wurden die ersten vier Altersgruppen herangezogen, da nur hier die Anzahl der Messungen etwa gleich groß ist). Da der ACM-Winkel mit dem Wachstum nur geringe Veränderungen erfährt, erscheint es erlaubt, sämtliche Werte aus den acht Altersgruppen in einer Graphik zusammenzufassen.

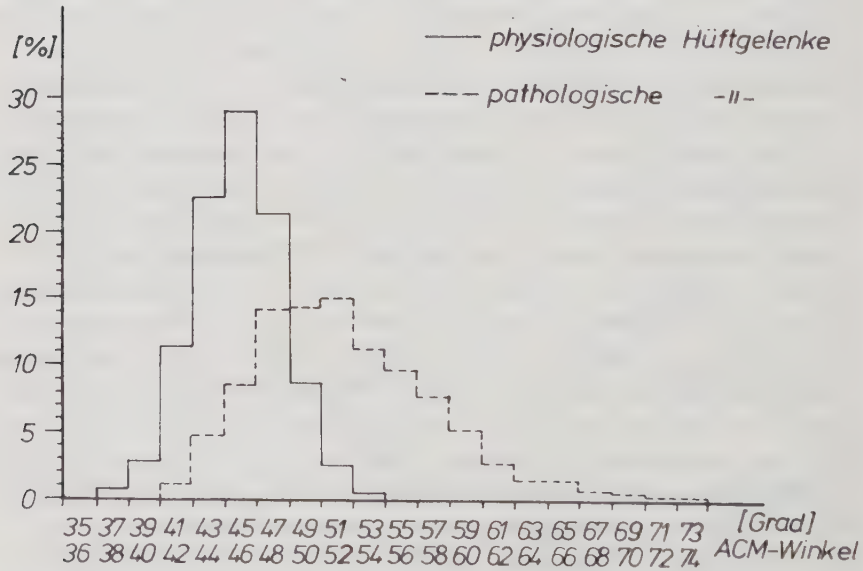


Abb.7 Verteilung der ACM-Winkel von 1110 physiologischen und 523 pathologischen Hüftgelenken; Abszisse:Winkelgrade Ordinate:Prozentuale Häufigkeit

Bei den pathologischen Hüftgelenken erhielten 85,7 % die Bemerkung "dysplastisch" oder"Grenzwert". Von diesen liegen nach der Verteilung des ACM-Winkels im Durchschnitt 81,2 % über dem Bereich: Mittelwert + Standardabweichung. Das sind 69,5 % aller pathologischen Hüftgelenke. Nicht nur dieser

gemittelte Wert kommt der oben genannten Zahl von 75,5 % sehr nahe, sondern auch die Einzelwerte in der jeweiligen Altersgruppe sind einander sehr ähnlich. Diese Übereinstimmung besagt einmal, daß sich der Betrachter bei der Beurteilung einer Dysplasie mehr nach der ganzen Hüftgelenkspfanne als nach dem Pfannendach alleine richtet (Vgl.dazu IIa), und zum zweiten, daß diejenigen Hüftgelenke auf jeden Fall deformiert sind, die der ACM-Winkel als solche kennzeichnet.

Die in Tab.5 aufgeführten Mittelwerte ergeben zusammen einen Durchschnittswert von 45,32° ± 3,08°; d.h. -die Richtigkeit der Diagnose "Dysplasie" vorausgesetzt-, daß bereits Hüftgelenke mit ACM-Winkeln über 48° und nicht erst über 52°, wie von IDELBERGER und FRANK angegeben, als dysplastisch oder dysplasieverdächtig anzusehen sind. Bezeichnenderweise liegt nämlich der Mittelwert der ACM-Winkel von 708 Hüftgelenken mit der Beurteilung "dysplastisch" oder "Grenzwert" bei 50,8°. Ähnlich ergeben 827 Hüftgelenke mit der Bemerkung "Coxa valga" einen ACM-Winkelmittelwert von 48,2°.

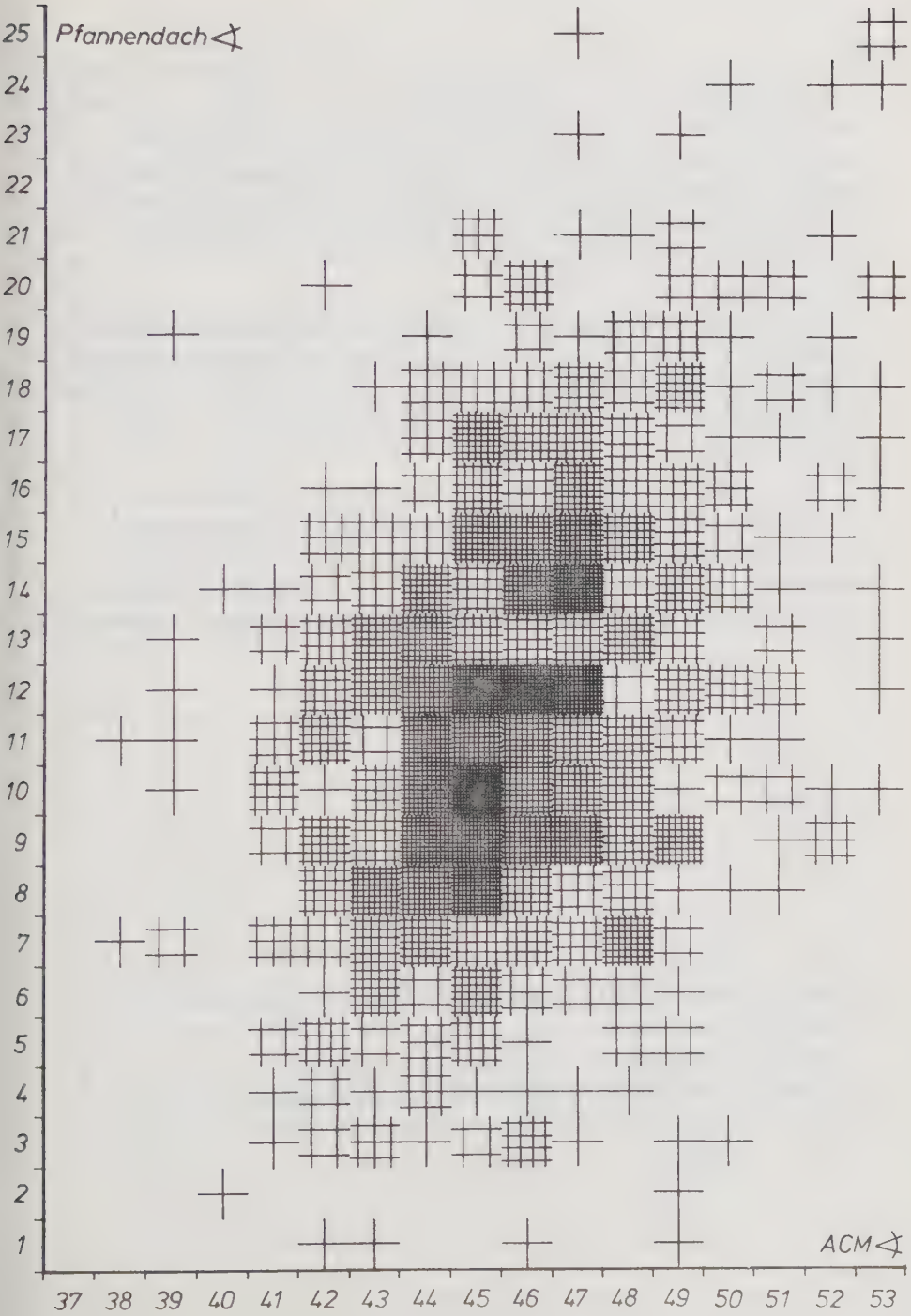
15,25 % bei 308 physiologischen- und 72,5 % bei 408 pathologischen Hüftgelenken mit der Bezeichnung "Coxa valga" haben einen ACM-Winkel über dem Bereich: Mittelwert + Standardabweichung, im Durchschnitt also über 48°.

Diese beiden Prozentzahlen sind den am Anfang dieses Kapitels genannten Zahlen sehr ähnlich. Aber nicht nur die gemittelten Werte, sondern auch die Einzelwerte in den acht Altersgruppen sind einander sehr angeglichen, besonders deutlich bei den pathologischen Hüftgelenken, was wiederum auf eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen der Steilstellung des coxalen Femurendes und der Hüftpfannenfehlbildung hinweist. Von 111 gesondert ausgewerteten, einzelnen physiologischen Hüftgelenken mit der Bezeichnung "Coxa valga", bei denen das Gelenk der Gegenseite entweder operiert war oder als pathologisch in die entsprechende Gruppe fiel, lagen sogar 27 % über der einfachen Standardabweichung, also über 48°. Dies mag auch ein Hinweis dafür sein, daß zunächst normal erscheinende Hüftgelenke bei Dysplasie des gegenseitigen Gelenkes ebenfalls dysplastisch sind oder zunehmend werden.

Die ersten vier Altersstufen fallen dadurch auf, daß sie 69 % aller physiologischen "Coxa valga"-Hüftgelenke mit einem ACM-Winkel außerhalb des Bereiches: Mittelwert + Standardabweichung und 60 % der pathologischen Hüftgelenke gleicher Diagnose und Begrenzung enthalten, also nicht die Hälfte, wie man eigentlich erwarten könnte.
Als Erklärung für dieses scheinbar abweichende Ergebnis ließe sich geltend machen, daß eben durch zahlreiche Varisierungsoperationen in höherem Alter das Material einseitig ausgelesen wurde. Dem widerspricht jedoch die auffällige Ähnlichkeit beider Zahlen; denn zweifellos fällt der Entschluß zur Operation bei einer Coxa valga mit Pfannendysplasie, welche Beschwerden bereitet, eher und leichter als dann, wenn der Patient noch keine Beeinträchtigung der Gelenkfunktion empfindet; die zweite Prozentzahl müßte demnach noch wesentlich höher sein. Als weitere Möglichkeit zur Deutung dieses Ergebnisses könnte man anführen, daß die in jüngeren Jahren noch stärkere Antetorsion auf dem Röntgenbild vielfach eine Coxa valga nur vortäuscht. Demgegenüber steht jedoch die Aussage der Hüftgelenke mit der Bemerkung "Coxa vara" und einem ACM-Winkel größer als Mittelwert + Standardabweichung. Sie zeigen nämlich ähnliche Zahlenverhältnisse.

Zusammenfassend kann also angenommen werden, daß beim Einsetzen der Pubertät mit dem allgemeinen Wachstum auch eine Besserung zur Norm hin stattfindet; denn die jeweils annähernd gleichbleibenden Zahlenverhältnisse zeigen gerade beim Übergang von der vierten zur fünften Altersstufe, also zwischen 11 und 14 Jahren einen deutlichen Sprung zu kleineren Werten.

Abb.8 (s.S.28) Verteilung der gemeinsamen Pfannendach- und ACM-Winkel von 772 physiologischen Hüftgelenken. Jedes Hüftgelenk ist durch einen waagerechten und einen senkrechten Strich dargestellt.


Pfannendach
ACM
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53

Wie die Abb.8 zeigt, besteht zwischen dem Pfannendachwinkel von HILGENREINER und dem ACM-Winkel von IDELBERGER und FRANK zwar eine statistische Beziehung, sie beschreiben ja auch annähernd dasgleiche (Vgl.oben), jedoch ist die Streuung der Werte so groß, daß die Aufstellung einer linearen Abhängigkeit zwischen beiden Winkelgrößen nicht zu vertreten ist.* Dies stimmt auch mit den zu Beginn dieses Kapitels (S.24) beschriebenen Ergebnissen überein.
Damit können auch über die Pubertätszeit hinaus keine sicheren Rückschlüsse vom ACM-Winkel auf den dann nicht mehr meßbaren Pfannendachwinkel gezogen werden, was für wichtige Verlaufsbeobachtungen und darauf gestützte Prognosen hätte von Vorteil sein können.

Es erscheint also sinnvoll, stets gleiche Meßgrößen und -verfahren zur Registrierung verschiedener Veränderungen am Hüftgelenk anzuwenden, und zweckmäßig, wie unter II_5 schon angesprochen, mehrere Einzelfaktoren zu einem Gesamtbild zusammenzufassen mit dem Ziel einer möglichst exakten Beurteilung.

*Eine einfache lineare Regression (Maximum Likelihood-Methode) ergab folgende Werte:
Korrelationskoeffizient : 0,34
Regressionskoeffizient PD-Winkel bez.ACM-Winkel : 0,54
Regressionskoeffizient ACM-Winkel bez. PD-Winkel : 0,21

c) Der SCE-Winkel

Tab.6

Mittelwerte des SCE-Winkels, unterschieden in weiblich - männlich (a) und rechts - links (b) für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

a)

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	23,5 ± 6,0	106	24,0 ± 6,6	80
7 + 8	26,5 ± 6,2	76	25,5 ± 6,0	64
9 +10	30,5 ± 4,7	128	30,5 ± 4,6	60
11+12	32,7 ± 5,4	92	30,6 ± 4,7	46
13+14	34,2 ± 4,8	68	33,0 ± 6,3	66
15+16	34,9 ± 6,1	77	35,2 ± 4,9	43
17+18	33,5 ± 5,4	56	37,1 ± 6,0	38
19+20	35,5 ± 5,3	56	35,1 ± 4,3	54

b)

Alter	rechts	Anzahl	links	Alle	Streuung des $\bar{M}$
5 + 6	23,7 ± 6,3	93	23,8 ± 6,2	23,7 ± 6,2	0,46
7 + 8	26,2 ± 6,0	70	25,9 ± 6,3	26,1 ± 6,1	0,52
9 +10	30,5 ± 4,6	94	30,6 ± 4,7	30,5 ± 4,6	0,34
11+12	31,4 ± 5,5	69	32,6 ± 4,9	32,0 ± 5,2	0,45
13+14	33,2 ± 5,5	67	34,0 ± 5,6	33,6 ± 5,6	0,48
15+16	34,6 ± 5,6	60	35,5 ± 5,8	35,0 ± 5,7	0,52
17+18	35,0 ± 6,7	47	35,0 ± 5,0	35,0 ± 5,9	0,60
19+20	35,0 ± 4,7	55	35,7 ± 5,0	35,3 ± 4,9	0,46

Auch nach dieser Größe weisen die physiologischen Hüftgelenke annähernd eine Normalverteilung auf. Im Mittel liegen 15,2 % von ihnen außerhalb der unteren und 16,0 % außerhalb der oberen Standardabweichung. Beim SCE-Winkel ist jedoch im Gegensatz zu den anderen von uns verwendeten Meßgrößen der Bereich unterhalb der unteren s-Linie besonders interessant, denn eine Zunahme der Dysplasie drückt sich hier ja in niedrigeren Winkelwerten aus. Überträgt man die bei den physiologischen Hüftgelenken gefundenen Mittelwerte und Streuungen (Tab.6) wieder auf die pathologischen Gelenke, so fallen im Durchschnitt 82 % von ihnen unter die untere und nur mehr 1,2 % über die obere s-Linie. Gleichermaßen liegen die SCE-Winkel im Mittel bei 51,6 % von insgesamt 161 physiologischen und 87,5 % von insgesamt 448 pathologischen Hüftgelenken mit der Bemerkung "dysplastisch" oder "Grenzwert" unterhalb der unteren s-Linie. Von 308 physiologischen und 408 pathologischen "Coxa valga"-Hüftgelenken befinden sich im Mittel 22,1 %, bzw. 81,1 % unter der unteren s-Grenze. Verglichen mit den entsprechenden Werten beim ACM-Winkel weisen diese Ergebnisse den SCE-Winkel als eine sensiblere Größe hinsichtlich der Hüftgelenksdeformierung, vor allem der Pfannendachdysplasie aus. Seine Standardabweichungen und Mittelwertstreuungen sind sogar größer als die des Pfannendachwinkels von HILGENREINER in vergleichbaren Altersstufen (Vgl. Tab.3)

Demnach sollte der SCE-Winkel in noch stärkerem Maße als dieser auch wachstumsbedingte Veränderungen am Pfannendach erfassen -sein beweglicher Schenkel beschreibt ja direkt die Ausladung des Pfannenerkers, wenn wir von Verlagerungen des statischen Kopfzentrums bei Deformierung oder Subluxationsstellung des Femurkopfes hier einmal absehen-, was der Kurvenverlauf seiner Mittelwerte zwischen 5 und 20 Jahren bestätigt (Abb.9). Die Differenz zwischen dem ersten und dem letzten Mittelwert beträgt immerhin 11,6 Winkelgrade.

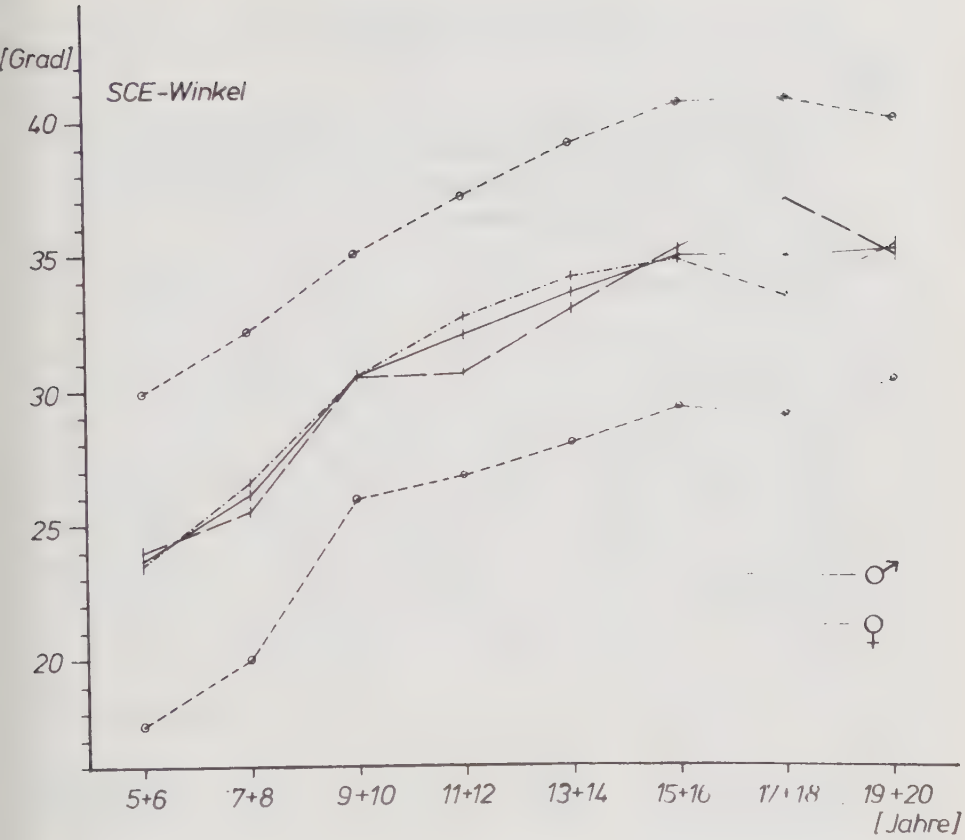


Abb.9 Darstellung der SCE-Winkel-Mittelwerte von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamtmittelwert

d) Die Dezentrierungsstrecke "d"

Tab.7

Mittelwerte der Dezentrierungsstrecke "d", unterschieden in weiblich - männlich (a) und rechts - links (b) für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

a)

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	3,1 ± 1,8	106	3,4 ± 1,7	80
7 + 8	3,2 ± 1,4	76	3,2 ± 2,1	64
9 +10	2,7 ± 1,3	128	2,2 ± 1,5	60
11+12	3,2 ± 1,4	92	3,5 ± 1,9	46
13+14	3,0 ± 1,3	68	3,3 ± 1,8	66
15+16	3,5 ± 1,3	77	2,5 ± 1,5	43
17+18	3,6 ± 1,7	56	3,3 ± 1,1	38
19+20	3,5 ± 1,5	56	3,8 ± 1,6	54

b)

Alter	rechts	Anzahl	links	Alle	Streuung des $\bar{M}$
5 + 6	3,3 ± 1,8	93	3,2 ± 1,6	3,2 ± 1,7	0,13
7 + 8	3,1 ± 1,8	70	3,3 ± 1,8	3,2 ± 1,8	0,15
9 +10	2,4 ± 1,3	94	2,7 ± 1,5	2,5 ± 1,4	0,10
11+12	3,1 ± 1,4	69	3,5 ± 1,8	3,3 ± 1,6	0,14
13+14	3,1 ± 1,5	67	3,2 ± 1,6	3,1 ± 1,5	0,13
15+16	3,3 ± 1,4	60	3,0 ± 1,5	3,1 ± 1,5	0,13
17+18	3,5 ± 1,4	47	3,5 ± 1,5	3,5 ± 1,5	0,15
19+20	3,8 ± 1,3	55	3,5 ± 1,7	3,7 ± 1,5	0,15

Betrachten wir die Mittelwertkurve dieser Größe (Abb.10), so fällt zunächst eine nach unten gerichtete Zacke, die durch hervorstechend niedrige Werte in der Altersgruppe 9 und 10 Jahre zustandekommt, besonders auf. Die Entfernung des SC vom Pfannenmittelpunkt M ist in diesem Alter am kürzesten, und zwar bei beiden Geschlechtern. Ein zweites, nicht ganz so deutliches "Dezentrierungsminimum" läßt sich etwas später feststellen, für Mädchen im Alter von 13 und 14 Jahren, für Jungen eine Altersgruppe höher. Diese zeitliche Verschiebung bei gleichem Ausgangspunkt erinnert an das unter IV_{1a} beschriebene Hüftpfannenwachstum, in dessen Verlauf sich zwei größere Schübe abzeichneten: der erste gemeinsam zwischen 5 und 8 Jahren, der zweite bei den Mädchen zwischen 9 und 12, bei den Jungen zwischen 11 und 14 Jahren. Gerade auf diese Abschnitte verstärkten Wachstums folgt jeweils ein Stadium mit besserer Zentrierung von Hüftgelenkskopf und -pfanne. Dies spricht wiederum dafür, daß das Wachstum von beiden eben nicht gleichmäßig und übereinstimmend vorankommt, was in dem Kapitel über den Pfannendachwinkel bereits angedeutet wurde.

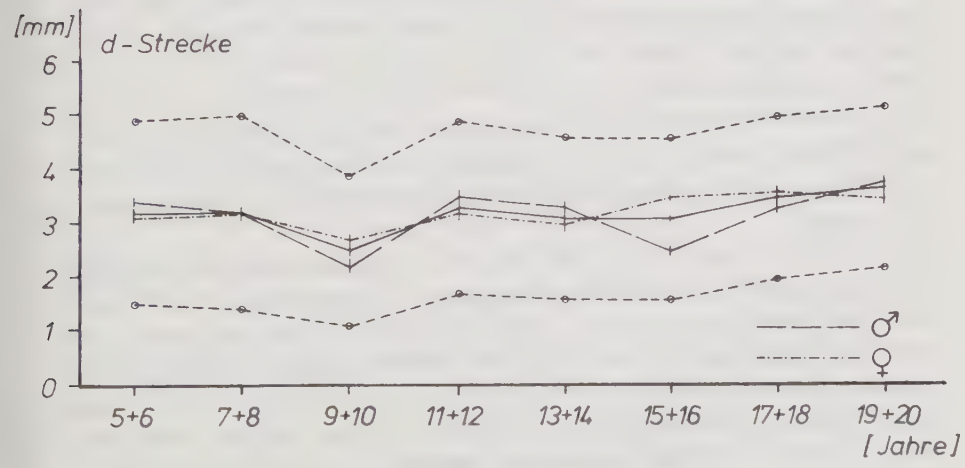


Abb.10 Darstellung der Mittelwerte der Dezentrierungsstrecke von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamtmittelwert

2. Notwendigkeit einer exakten Abgrenzung.

> Franz Schede schreibt in seiner Arbeit "Die Ergebnisse der Luxationsbehandlung" : "Unser eigentliches Ziel ist ja gar nicht die Einrenkung der Luxation, sondern die Behandlung der Dysplasie, insbesondere ihres Hauptsymptomes, der flachen Pfanne...."
> "Die Arthrosis deformans ist unvermeidlich, wenn Kopf und Pfanne nicht kongruent sind, wie es bei den meisten flachen Pfannen der Fall ist.
> In dieser Beziehung besteht nicht der geringste Unterschied zwischen den flachen Pfannen, die als solche unerkannt und unbehandelt persistieren, und denen, die nach einer Luxationsbehandlung zurückbleiben."

Für den behandelnden Arzt ist es oft sehr schwierig, gerade im Grenzbereich zwischen "normal" und "dysplastisch" eine sichere Diagnose zu stellen, für die weitere Entwicklung und ggf. Behandlung eines zweifelhaften Hüftgelenkes ist diese Entscheidung jedoch von ausschlaggebender Bedeutung. Der Unsicherheitsfaktor dabei kann wesentlich verringert werden, wenn sie, wie eingangs gesagt, nicht mehr dem subjektiven Eindruck des Betrachters überlassen bleibt, sondern von Meßwerten aus reproduzierbaren Verfahren bestimmt wird. Durch die statistisch-analytische Auswertung der Meßdaten aus einem größeren Kollektiv läßt sich unter den geeigneten Voraussetzungen eine Grenze ziehen.
Dazu wurde es notwendig, den von uns anfangs gegebenen Dysplasiebegriff unter folgender Definition einzufassen: Ein Hüftgelenk ist dann dysplastisch, wenn von ihm zu erwarten steht,daß es früher oder später -infolge der beschriebenen Formveränderungen- pathologisch wird, d.h. Schmerzen oder Beweglichkeitseinschränkung, Koxarthrose oder Kombinationen dieser Symptome zeigt! Somit muß also angenommen werden, daß sowohl bei den "physiologischen"- als auch den "pathologischen" Hüftgelenken solche mit Dysplasie enthalten sind, in der Überzahl natürlich in der letzteren Gruppe, worauf die im vorangegangenen Kapitel

beschriebenen Ursachen zur Entstehung unserer Röntgenbilder schließen lassen. Aus diesem Grunde vermieden wir zunächst auch den Begriff "normal" und sprachen von "physiologisch" in der Bedeutung "funktionell normal". Umgekehrt muß noch gesagt werden, daß auch nicht alle pathologischen Hüftgelenke zugleich dysplastisch sind, denn Schmerz und Beweglichkeitseinschränkung können auch durch andere Ursachen, z.B. akute entzündliche Prozesse hervorgerufen werden, Koxarthrosen auch auf anderem wege, z.B. stoffwechselbedingt entstehen. Diese "Unsauberkeiten" in beiden Ausgangskollektiven sind ohne Bedeutung; denn es sollte ja nach unserer Zielvorstellung eben nicht von vorneherein eine Trennung zwischen "normal" und "dysplastisch" wiederum durch eine subjektive Entscheidung vorgenommen und durch die anschließenden Messungen in etwa bestätigt, sondern auf Grund der statistischen Werte eine genaue Grenze errechnet werden, die nicht nur speziell für unser Material, sondern auch für jedes andere Hüftgelenk gelten kann.

3. Die Abgrenzung zwischen normalen und dysplastischen Hüftgelenken

In der Abbildung über die Verteilung sämtlicher ACM-Winkel zum Beispiel tritt der Bereich zwischen 47° und 51° besonders hervor. Während die physiologischen Hüftgelenke stark zurückgehen, nehmen die pathologischen zu und erreichen gerade hier ihr Maximum. Am Verlauf beider Verteilungskurven ist zu erkennen, daß bei allen pathologischen Hüftgelenken von dieser Stelle an die Dysplasie als primäre Ursache der Beschwerden angesehen werden muß. Irgendwo in diesem Grenzbereich liegt also der Übergang vom normalen zum deformierten Hüftgelenk. Bei einer ausreichenden Anzahl von Meßwerten läßt sich die Abgrenzung rein statistisch durchführen. Mit Hilfe des Vier-Felder-Tests(Chi-Quadrat-Tests) kann man nämlich feststellen, wann für die einzelnen Meßgrößen und den Hüftwert gerade ein signifikantes Überwiegen pathologischer Werte auftritt (Vgl.J.BUSSE).
Um aber genügend Meßdaten zu bekommen, mußten wir für diesen Zweck die ursprünglich acht Altersgruppen auf vier zusammenfassen. Dabei kamen wir zu folgenden Ergebnissen:

Tab.8

Die Abgrenzung mit den Mittelwerten und Streuungen aus der Zusammenfassung von jeweils zwei Altersgruppen

	Anzahl	Mittelwert	Streuung	Grenze
		5 mit 8 Jahre		
ACM-W.	326	45,9	± 2,7	≧ 50 (>49°)
SCE-W.	326	24,7	± 6,3	≦ 19 (<20°)
"d"-Str.	326	3,2	± 1,7	≧ 6 (> 5mm)
Pd.-W.	324	12,6	± 4,0	≧ 16 (>15°)

9 mit 12 Jahre

ACM-W.	326	45,0	±	2,4	≧ 47 (> 46°)
SCE-W.	326	31,1	±	5,0	≦ 25 (< 26°)
"d"-Str.	326	2,9	±	1,5	≧ 5 (> 4mm)

13 mit 16 Jahre

ACM-W.	254	45,6	±	2,8	≧ 48 (> 47°)
SCE-W.	254	34,3	±	5,7	zwischen 26 und 30 (< 30°)
"d"-Str.	254	3,1	±	1,5	≧ 6 (> 5mm)

17 mit 20 Jahre

ACM-W.	204	44,6	±	3,0	≧ 48 (> 47°)
SCE-W.	204	35,1	±	5,4	zwischen 26 und 30 (< 30°)
"d"-Str.	204	3,6	±	1,5	≧ 7 (> 6mm)

Die Grenze für den Hüftwert fanden wir in allen 4 Altersgruppen der Tabelle 8 einheitlich bei ≧ 15 (> 14), was gemäß seiner Definition auch zu erwarten war. Bestimmend für die Größe des Hüftwertes ist ja hauptsächlich die Differenz des absoluten Meßbetrages zum jeweiligen Mittelwert der einzelnen Meßgröße, in dem wachstumsbedingte Veränderungen schon registriert sind (Vgl. $IV_{1b,c,d}$). Somit bleibt beim Hüftwert die Grenze und der Mittelwert gleich.(Vgl.unten)

Im Alter von 5 mit 8 Jahren zum Beispiel weist also ein Pfannendachwinkel über 15°, ein ACM-Winkel über 49°, ein SCE-Winkel unter 20°, eine Dezentrierungsstrecke über 5mm und ein Hüftwert über 14 auf eine Dysplasie des Hüftgelenkes hin.
Physiologische Hüftgelenke, die mit ihren Meßwerten innerhalb der in Tab.8 angegebenen Grenzen liegen oder einen Hüftwert unter 15 haben, bezeichnen wir als n o r m a l .

Für alle dysplastischen Gelenke außerhalb dieser Grenzen läßt sich eine Einteilung finden, wenn man untersucht, wie weit sich die Werte der physiologischen Hüftgelenke maximal verteilen. 99 % von ihnen liegen jeweils unter folgenden Grenzen:

Jahre	5 mit 8	9 mit 12	13 mit 16	17 mit 20
ACM.-W.	$<53^{\circ}$	$<52^{\circ}$	$<53^{\circ}$	$<52^{\circ}$
SCE.-W.	$>11^{\circ}$	$>20^{\circ}$	$>21^{\circ}$	$>21^{\circ}$
"d"-Str.	< 9mm	<8mm	<7mm	<8mm
Hüftwert	<21	<20	<19	<19
Pd.-W.	$<25^{\circ}$			

Als l e i c h t d y s p l a s t i s c h bezeichnen wir nun alle Hüftgelenke, die zwischen diesen und den vorhergehenden Grenzen (Tab.8) liegen, als s c h w e r d y s p l a s t i s c h alle Hüftgelenke mit Werten oberhalb dieser Einteilung.

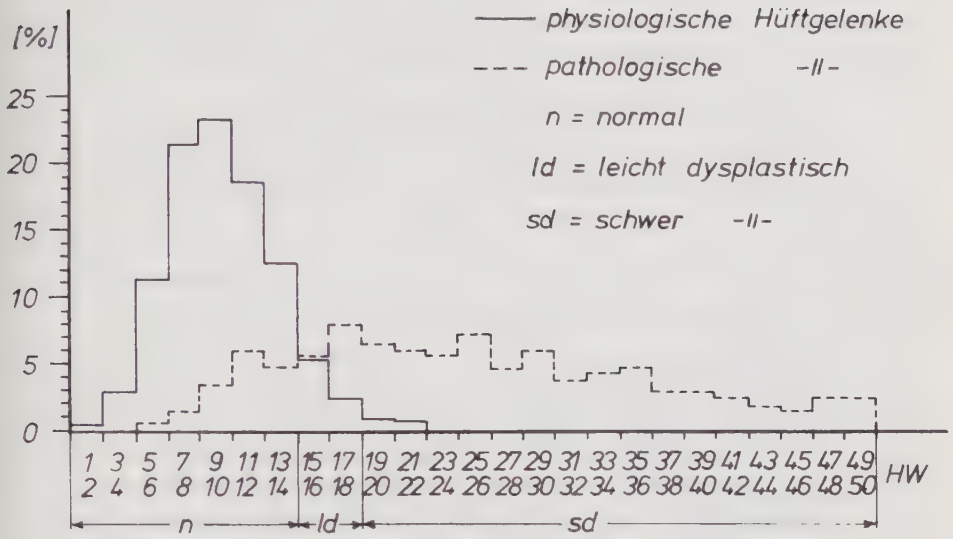


Abb.11 Verteilung der Hüftwerte von 1110 physiologischen und 523 pathologischen Hüftgelenken mit den Bereichen: n = normal, ld = leicht dysplastisch und sd= schwer dysplastisch
Abszisse: Hüftwerte
Ordinate: prozentuale Häufigkeit

Eine besondere Form des Hüftgelenks, die wie die Dysplasie als Praearthrose zu werten ist, stellt die sogenannte tiefe Pfanne und die Protrusio acetabuli dar("Zentrale Luxation"). 45 physiologische Hüftgelenke, deren Pfannen röntgenologisch als tief auffielen, hatten einen mittleren Hüftwert von 6,2. Der Mittelwert des Hüftwertes beträgt in allen Altersstufen einheitlich 10 und seine obere Grenze 14. Der normale Hüftwert für Jugendliche dürfte daher zwischen 6 und 14 liegen.

4. Der Hüftwert

Die Zusammenfassung der Meßwerte des ACM-Winkels, des SCE-Winkels und der Dezentrierungsstrecke "d" ergibt den Hüftwert (Vgl.II_5). Er ist also die Summe der drei Einzelmessungen:

$A = \sqrt{3} \cdot (\text{ ACM - Mittelwert von ACM})/\text{Streuung von ACM}$

$B = \sqrt{3} \cdot (\text{ Mittelwert von SCE - SCE})/\text{Streuung von SCE}$

$C = \sqrt{3} \cdot (\text{ d - Mittelwert von d }\quad)/\text{Streuung von d}$

$HW = A + B + C + 10$

Für das raschere und bequemere Ermitteln des Hüftwertes haben wir entsprechend der Abgrenzung 4 Nomogramme aufgestellt (siehe Anhang).

Die Verläßlichkeit des Hüftwertes im Vergleich zu den übrigen Größen prüfen wir durch folgende Überlegung:

> Diejenige Größe, welche jeweils die meisten der pathologischen Hüftgelenke auch als dysplastisch kennzeichnet und von diesen wiederum die meisten als schwer dysplastisch, muß die beste sein; denn es geht ja nicht allein darum, die Deformierung selbst, sondern auch deren Fortschreiten möglichst frühzeitig zu erkennen.

Jahre	5 mit 8		9 mit 12		13 mit 16		17 mit 20	
Anzahl	153		151		124		95	
	d	sd	d	sd	d	sd	d	sd
ACM-Winkel	67,4	38,0	84,1	46,4	83,0	46,7	74,7	52,6
SCE-Winkel	69,3	30,1	84,8	63,0	89,5	73,4	88,4	74,7
d-Strecke	56,2	35,3	79,5	55,0	83,1	71,8	79,0	66,4
Hüftwert	68,7	44,5	85,5	72,3	92,8	79,1	91,6	77,9
Anzahl	144							
Pd.Winkel	84,0	31,3						

(d = dysplastisch = leicht- und schwer dysplastisch;
sd = schwer dysplastisch; Ergebnisse in % der Anzahl)

Insgesamt gesehen erfüllt der Hüftwert beide Forderungen am besten(Vgl.II_5), obwohl ihm der SCE-Winkel in der Diagnose der Dysplasie allein sehr nahe kommt und der Pfannendach-Winkel sogar weit überlegen ist, zumindest im frühkindlichen Alter(Vgl.II_1). Das war auch zu erwarten, denn zweifellos ist die Dysplasie des Pfannendaches mit Abstand die häufigste Art der Deformierung in diesem Zeitraum. Es empfiehlt sich daher, eine Pfannendachdysplasie durch den HILGENREINER'schen Winkel unter den von TÖNNIS und BRUNKEN aufgestellten Anwendungsbedingungen zu sichern, für die weitere Beobachtung aber auch den Hüftwert zu Hilfe zu nehmen.
Wie wichtig das gerade für Hüftgelenke im Übergangsbereich zwischen normal und dysplastisch ist, zeigt folgendes Ergebnis: 56 Hüftgelenke mit der bei Betrachtung des Röntgenbildes getroffenen Bezeichnung "Grenzwert" haben einen mittleren Hüftwert von 15,3. Diese Zahl scheint auf den ersten Blick hin mit der errechneten Hüftwert-Grenze von ≥ 15 sehr gut übereinzustimmen. Betrachten wir aber physiologische - und pathologische Hüftgelenke getrennt voneinander, so ergibt sich doch ein beachtlicher Unterschied in der Beurteilung nach dem röntgenologischen Aspekt:
Der mittlere Hüftwert von 25 physiologischen Hüftgelenken mit der Bemerkung "Grenzwert" beträgt nämlich 12,4. Nur 5 von ihnen haben einen Hüftwert ≥ 15, das Verhältnis: normal zu dysplastisch ist also 4 : 1. Der mittlere Hüftwert der restlichen 31 pathologischen Hüftgelenke beträgt jedoch 18,0. Von ihnen haben 24 einen Hüftwert bei oder über 15, das Verhältnis: normal zu dysplastisch ist hier also 1 : 3,5. Wäre die Beurteilung "Grenzwert" objektiv erfolgt, müßten beide Verhältnisse ausgeglichen sein, d.h. es müßten in beiden Fällen etwa gleich viele Hüftgelenke normal und dysplastisch sein. Die Umkehrung dieser Relation bei den pathologischen Hüftgelenken beweist nicht nur das Fehlen eines "Normalbildes" beim betrachtenden Auge, sondern spricht sogar für eine gewisse "Adaptation", wenn größere Anzahlen von Röntgenbildern annähernd gleich guter oder schlechter Hüftgelenke bewertet werden sollen.

5. Das Verhalten von Schmerzen, Beweglichkeitseinschränkung und Koxarthrose bei 523 pathologischen Hüftgelenken

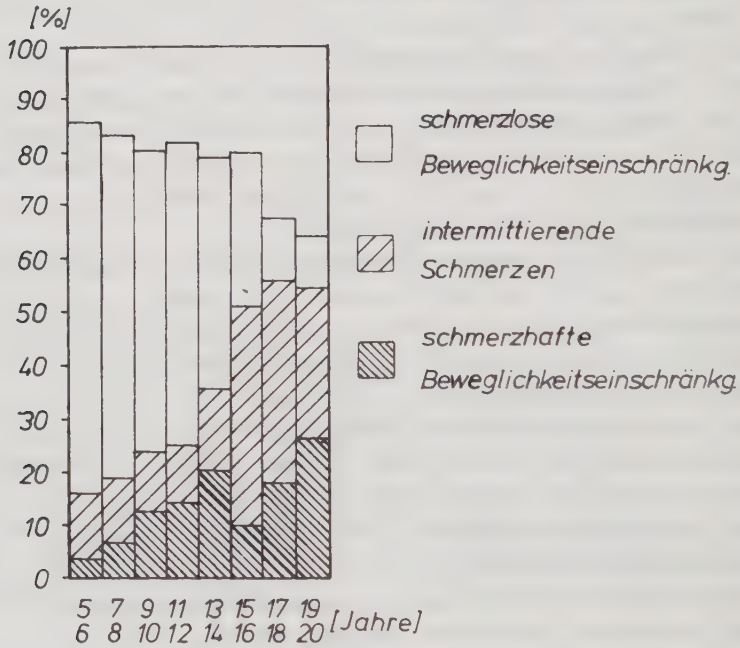


Abb.12 Prozentuale Anteile der pathologischen Hüftgelenke mi den angegebenen klinischen Symptomen in 8 verschiedenen Altersgruppen.

Die Zusammenfassung der Beweglichkeitseinschränkungen und ihrer möglichen Kombinationen in den drei Hauptsachen ergibt die Abb.12. Danach nimmt die schmerzloe Bewegungsbehinderung von 5 bis 20 Jahren ab, die schmerzhafte Beweglichkeitseinschränkung dagegen -etwa im gleichen Ausmaß- zu. 85,3 % der pathologischen Hüftgelenke in der Altersgruppe I und 64,0 % in der Gruppe VIII zeigten das Symptom: schmerzlose Einschränkung der Beweglichkeit, 3,4 % und 26,0 % in denselben Altersstufen das Merkmal: schmerzhafte Beweglichkeitsstörung. Diese Entwicklung entsprechend nimmt auch das Kriterium: intermittierende Schmerzen zu. In der Altersstufe I wiesen 15,7 %,

in der Gruppe VIII 56,0 % der pathologischen Hüftgelenke dieses Symptom auf.
In der Altersgruppe VI(=15 und 16 Jahre) erscheint das Verhältnis von schmerzloser- zu schmerzhafter Beweglichkeitseinschränkung zugunsten der ersteren verändert. Obwohl gerade hier bei den "intermittierenden Schmerzen" die größte Zunahme zu finden ist, und von insgesamt 166 pathologischen Hüftgelenken mit diesem Symptom immerhin 43 % mit einer schmerzhaften Beweglichkeitseinschränkung kombiniert waren, nimmt diese deutlich ab. Es könnte sein, daß sich in diesem Alter im Anschluß an das verstärkte Wachstum während der Pubertät vorübergehend eine Besserung einstellt hauptsächlich mit dem Erfolg, daß mehrere Hüftgelenke mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung noch eine Zeit lang schmerzfrei bleiben; -die umgekehrte Möglichkeit, daß nämlich Hüftgelenke mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung entweder den Schmerz oder die Bewegungsbehinderung kurzfristig verlieren und damit unter eines der beiden anderen in Abb.12 dargestellten Kriterien fallen, dürfte hier jedoch in diesem Umfang nicht zutreffen-. Wahrscheinlich ist aber die Verschiebung der Verhältnisse in dieser Altersstufe eher darauf zurückzuführen, daß eben mehr operiert wurde.
Die Beweglichkeitseinschränkungen in den einzelnen Richtungen verhalten sich sehr unterschiedlich(Abb.13a). Im Alter von 5 und 6 Jahren ist die schmerzlose Rotationsbehinderung die häufigste und damit wohl in der Mehrzahl der Fälle auch die Art der Beweglichkeitsstörung, die als erste auftritt, danach ist die Behinderung in der Ab- und Adduktionsrichtung am häufigsten und später die Kombination von beiden. Diese Kombination ist auch die häufigste Form der schmerzhaften Bewegungseinschränkung, wir konnten sie in einem Drittel(32,8%) der Fälle feststellen. Die schmerzlose Einschränkung in der Beuge-Streck-Richtung und ihre möglichen Kombinationen fallen allgemein nicht so sehr ins Gewicht; -lediglich in der Altersgruppe II trat diese Form häufiger auf, und zwar bei 15 von 53 entsprechenden Hüftgelenken-.

Betrachten wir aber die Häufigkeit der verschiedenen Möglichkeiten schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung(Vgl.: K.-H.FRITZSCHE) bezogen auf die Gesamtzahl der Hüftgelenke unter diesem Symptom (411), so ergibt sich folgendes Bild:

Schmerzlose Beweglichkeitseinschränkung.

der Ab- und,oder Adduktion	31 %
in der Rotations- und Abspreizrichtung	27 %
der Innen- und,oder Außenrotation	26 %
der Beugung und,oder Streckung	6,9 %
in der Abspreiz- und Beugerichtung	3,4 %
in allen drei Hauptrichtungen	3,2 %
in der Rotations- und Beugerichtung	2,7 %

Danach sind die Behinderungen in den Rotations- und Abspreizbewegungen sowie in der Kombination von beiden die drei weitaus am häufigsten auftretenden Beweglichkeitsstörungen. Im statistischen Mittel lassen sie auch eine Abhängigkeit vom Grad der Hüftgelenksdeformierung erkennen:

Mittlerer Hüftwert bei schmerzloser Behinderung

der Innen- und, oder Außenrotation	: 19,6
der Ab- und, oder Adduktion	: 26,7
in der Rotations- und Abspreizrichtung	: 33,0

Es zeigt sich also, daß die Kombinationsform in der Regel auch eine stärkere Hüftgelenksdysplasie wiederspiegelt. Da sie bei den Hüftgelenken mit schmerzhafter Beweglichkeitseinschränkung mit Abstand die häufigste(32,8%) Art der Störung ist, läßt sich erwarten, daß diese im Mittel auch stärker deformiert sind. 67 Hüftgelenke mit diesem Symptom ergeben einen mittleren Hüftwert von 31,3 und 411 Gelenke mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung einen von 26,7. Letztere aber zeigen nicht nur mit dem Übergang von der Beweglichkeitsstörung in einer bestimmten Richtung in die einer Kombinationsform, sondern auch mit fortschreitendem Alter eine Zunahme der Dysplasie(Abb.14).

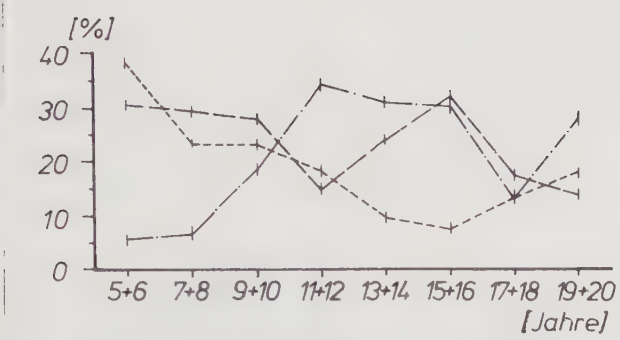


Abb.13a Schmerzlose Beweglichkeitseinschränkung
--------- der Innen- und, oder Außenrotation
— — — — der Ab- und, oder Adduktion
— · — · — in der Rotations- und Abspreizrichtung
Prozentuale Anteile der pathologischen Hüftgelenke mit diesen Symptomen in 8 verschiedenen Altersgruppen.

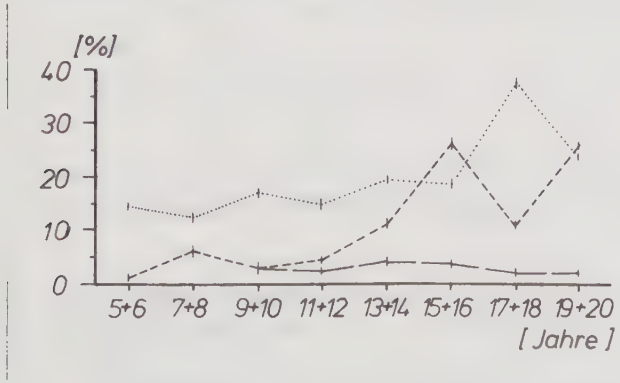


Abb.13b Intermittierende Schmerzen seit ihrem ersten Auftreten
..... weniger als 1/2 Jahr
--------- zwischen 1/2 und 2 Jahren
— — — — zwischen 2 und 5 Jahren
Prozentuale Anteile der pathologischen Hüftgelenke mit diesen Symptomen in 8 verschiedenen Altersgruppen.

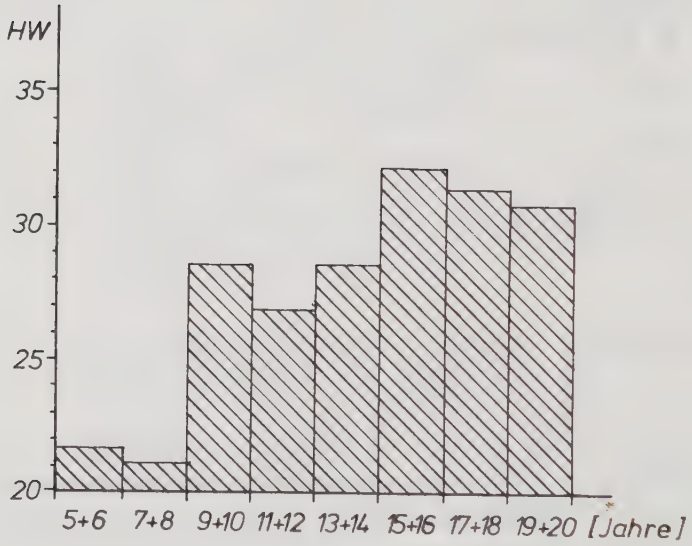


Abb.14 Verlauf des mittleren Hüftwertes bei 411 pathologischen Hüftgelenken mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung

Hüftgelenke, bei denen über eine längere Zeit intermittierende Schmerzen bestehen, zeigen im statistischen Mittel ebenfalls eine Zunahme der Deformierung:
Mittlerer HW von 97 Hüftgelenken mit der Bemerkung
"intermittierende Schmerzen, weniger als ein halbes Jahr" :27,8
"intermittierende Schmerzen, zwischen 1/2 und 2 Jahren" :33,8

Durch Zurückrechnen haben wir versucht, den ungefähren Beginn der intermittierenden Schmerzen für 166 pathologische Hüftgelenke altersmäßig zu ermitteln(Abb.15).

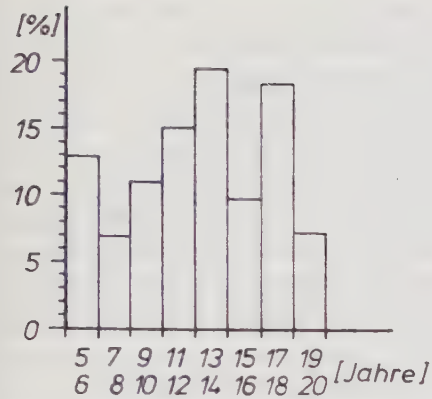


Abb.15 Prozentuale Aufteilung der ungefähren Schmerzanfänge von 166 pathologischen Hüftgelenken mit intermittierenden Schmerzen.

Dieses Ergebnis ist allerdings nur mit Vorbehalten zu beurteilen, da die Zeitangaben in den Anamnesen teilweise ungenau waren, die Zahlenwerte in diesem Falle wenig, und die von uns angewandten Intervalle doch recht groß sind. Soviel läßt sich jedoch sagen: Die Zahl der Schmerzanfänge nimmt mit dem Alter -und der fortschreitenden Deformierung- nicht zu, wie man hätte vermuten können; vielmehr lassen sich zwei Bereiche abgrenzen, in denen vermehrt Schmerzen zum ersten Mal auftreten, d.i. im Alter von 11 bis 14 und von 17 bis 18 Jahren. Dieser Befund würde den oben erwähnten Gedanken an eine vorübergehende Besserung im Anschluß an die Pubertät unterstützen.

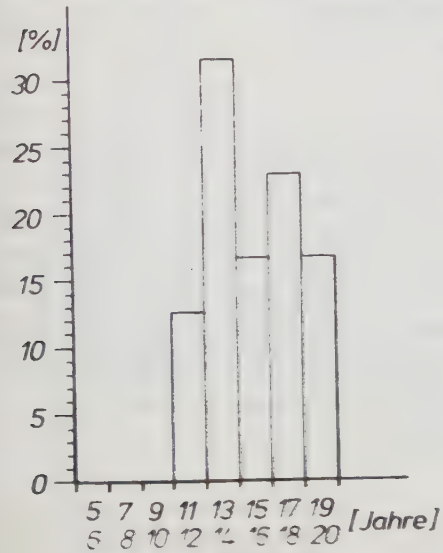


Abb.16 Verteilung von 48 pathologischen Hüftgelenken mit Koxarthrose-Grad 1

Die Verteilung der pathologischen Hüftgelenke mit Zeichen beginnender Koxarthrose(Abb.16) läßt eine gewisse Ähnlichkeit mit Abb.15 erkennen. Dort, wo die Schmerzanfänge häufiger auftreten, finden sich auch vermehrt Hüftgelenke mit dem röntgenologischen "Koxarthrose-Grad 1".
Es erscheint daher angezeigt, gleich beim ersten Auftreten von intermittierenden Schmerzen sorgfältigst nach früharthrotischen Zeichen zu forschen. Die Verbindung: "intermittierende Schmerzen + Koxarthrose" ist immerhin die zweithäufigste Kombinationsform, in der eines der anderen pathologischen Symptome mit der Arthrose des Hüftgelenkes zusammen auftritt:

Bei 411 Hüftgelenken mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung . . . . . in 6,8 %
Bei 166 Hüftgelenken mit intermittierenden Schmerzen . . . . . in 23,5 %
Bei 67 Hüftgelenken mit schmerzhafter Beweglichkeitseinschränkung . . . . . in 31,4 %

Hinsichtlich der Deformierung zeigen sich hier jedoch keine wesentlichen Unterschiede:
Mittlerer HW bei 21 patholog. Gelenken mit schmerzhafter Beweglichkeitseinschränkung + Koxarthrose : 38,7
Mittlerer HW bei 28 patholog. Gelenken mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung + Koxarthrose : 39,3
Mittlerer HW bei 39 patholog. Gelenken mit intermittierenden Schmerzen + Koxarthrose : 40,9

Dieses Ergebnis spricht dafür, daß die sog. Dysplasie-Koxarthrose im allgemeinen erst bei einem bestimmten Grad der Deformierung einsetzt, während andere Formen in jedem Stadium auftreten können. Unter 54 Gelenken mit Koxarthrose befanden sich 3 ohne ein weiteres pathologisches Symptom. Bei ihnen war die Koxarthrose mit Sicherheit nicht aufgrund einer Dysplasie entstanden; ihr mittlerer Hüftwert beträgt nämlich 10,0. Die Dysplasie-Koxarthrose ist also in der Regel mit anderen pathologischen Zeichen kombiniert, die unter Umständen bereits lange Zeit vorausgegangen sein können.

Zusammenfassung

An 1779 Hüftgelenken von Jugendlichen zwischen 5 und 20 Jahren wurden mehrere geometrische Größen in 8 einzelnen Altersstufen gemessen. Für jede Altersgruppe wurden Mittelwerte, einfache Streuungen und statistische Verteilungen unter verschiedenen Aspekten errechnet. Dabei kamen wir zunächst zu folgenden Ergebnissen:
Bei dysplastischen Hüftgelenken ist ein frühzeitiger Schluß der Y-Fugen zu verzeichnen.
Besteht über eine längere Zeit eine Steilstellung des coxalen Femurendes, wird ein ursächlicher Zusammenhang mit der Pfannendachdysplasie evident.
An jugendlichen Hüftgelenken lassen sich zwei größere Wachstumsschübe feststellen, der erste liegt bei beiden Geschlechtern zwischen 5 und 8 Jahren, der zweite bei den Mädchen zwischen 9 und 12, bei den Jungen erst zwischen 11 und 14 Jahren. Auch in der Ausgestaltung der Femurköpfe gibt es entsprechende Unterschiede. Das Wachstum von Hüftgelenkskopf und -pfanne kommt nicht gleichmäßig und übereinstimmend voran.
Beim Einsetzen der Pubertät zeigen dysplastische Hüftgelenke mit dem allgemeinen Wachstum auch eine Besserung zur Norm hin. Zunächst normal erscheinende Hüftgelenke weisen bei einer Dysplasie des gegenseitigen Gelenkes später häufig ebenfalls Anzeichen der Dysplasie auf.

Für den behandelnden Arzt ist es oft sehr schwierig, gerade im Grenzbereich zwischen "normal" und "dysplastisch" eine sichere Diagnose zu stellen, noch dazu, wo die Hüftgelenksdysplasie in so vielfältigen und komplexen Formen auftreten kann. Eine genauere Abgrenzung ist aber sehr wichtig, weil ein dysplastisches Hüftgelenk stets auch "potentiell pathologisch" ist. Es erschien uns deshalb angezeigt, drei einzelne Meßgrößen: den ACM-Winkel von IDELBERGER und FRANK als ein Maß für die Ausbildung der Hüftgelenkspfanne, den SCE-(=static center-edge)Winkel, modifi-

ziert nach WIBERG, als ein Maß für die Ausnutzung der Pfanne durch den Hüftkopf, und die "Dezentrierungsstrecke" d als ein Maß für die Entfernung der beiden Kugelmittelpunkte von Hüftkopf und -pfanne, in einem Wert, dem sog.Hüftwert zusammenzufassen. Dieser Hüftwert sollte die verschiedenen Veränderungen am Hüftgelenk eher und besser kennzeichnen, denn es geht ja nicht allein darum, die Deformierung selbst, sondern auch deren Fortschreiten möglichst frühzeitig zu erkennen. Wie die Auswertung der Ergebnisse zeigte, erfüllt er insgesamt gesehen b e i d e Forderungen am besten. Lediglich der Pfannendachwinkel HILGENREINER's unter den von TÖNNIS und BRUNKEN angegebenen Anwendungsbedingungen ist ihm in der Diagnose der Dysplasie beim kindlichen Hüftgelenk überlegen. Die Fehlbildung des Pfannendaches ist auch zweifellos die häufigste Art der Deformierung im ersten Lebensjahrzehnt. Es empfiehlt sich daher, eine Pfannendachdysplasie durch den HILGENREINER'schen Winkel zu sichern, für die weitere Beobachtung aber den Hüftwert heranzuziehen.

Die Grenze zwischen "normal" und "dysplastisch" wurde für die einzelnen Meßgrößen und den Hüftwert mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests ermittelt. Um für diese Abgrenzung signifikante Werte zu bekommen, mußten die ursprünglich 8 Altersstufen zu vier größeren Gruppen zusammengefaßt werden.
Jugendliche Hüftgelenke mit einem Hüftwert zwischen 15 und 18 bezeichneten wir als leicht dysplastisch, mit einem Hüftwert über 18 als schwer dysplastisch.

Die Ergebnisse über die klinische Symptomatik der Hüftgelenksdysplasie lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:
Die schmerzlose Beweglichkeitseinschränkung nimmt von 5 bis 20 Jahren ab, die schmerzhafte Bewegungsbehinderung dagegen -etwa im gleichen Ausmaß- zu. Dieser Entwicklung entsprechend tritt auch das Kriterium: intermittierende Schmerzen mit zunehmendem Alter häufiger auf.
Einschränkungen der Beweglichkeit in einzelnen Richtungen verhalten sich in zeitlicher Hinsicht unterschiedlich. Im Alter von 5 und 6 Jahren ist die schmerzlose Rotationsbehinderung die häufigste und damit wohl in der Mehrzahl der Fälle auch die Art der Beweglichkeitsstörung, die als erste auftritt, da-

nach ist die Behinderung in der Ab- und Adduktionsrichtung am häufigsten und später die Kombination von beiden. Im statistischen Mittel läßt diese Reihenfolge auch eine direkte Beziehung zur stärker werdenden Hüftgelenksdeformierung erkennen. Die zuletzt genannte Kombination ist bezeichnenderweise auch die häufigste Form der schmerzhaften Bewegungseinschränkung, wir konnten sie in einem Drittel der Fälle feststellen.
Die schmerzlose Einschränkung in der Beuge- Streck-Richtung und ihre möglichen Kombinationen fallen allgemein nicht sonderlich ins Gewicht.
Hüftgelenke mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung aber zeigen nicht nur mit dem Übergang von der Beweglichkeitsstörung in einer bestimmten Richtung in die einer Kombinationsform, sondern auch mit fortschreitendem Alter eine Zunahme der Dysplasie.
Ebenso lassen Hüftgelenke, bei denen über eine längere Zeit intermittierende Schmerzen bestehen, eine Verschlechterung der Gelenkkonfiguration deutlich erkennen.
Bezüglich des Schmerzbeginns lassen sich zwei Bereiche abgrenzen, in denen vermehrt Schmerzen zum ersten Mal auftreten, d.i. im Alter von 11 bis 14 und von 17 bis 18 Jahren.
In diesen Abschnitten sind auch Hüftgelenke mit Zeichen beginnender Koxarthrose häufiger. Es erscheint daher angezeigt, gleich beim ersten Auftreten von Schmerzen sorgfältigst nach früharthrotischen Zeichen zu forschen.
Die sog. Dysplasie-Koxarthrose setzt im allgemeinen erst bei einem bestimmten Grad der Deformierung ein und ist in der Regel mit anderen pathologischen Zeichen kombiniert, die lange Zeit vorausgegangen sein können. Daher sollte unseres Erachtens mit operativen Maßnahmen bei nur fraglich dysplastischen Hüftgelenken unbedingt bis zum ersten Auftreten von Schmerzen gewartet werden. Bei sicherer Dysplasie sollten aber im Kindesalter die guten Ergebnisse der Acetabuloplastik kombiniert mit der intertrochanteren Detorsionsvarisierungsosteotomie ausgenutzt werden, da nur zu dieser Zeit bei entsprechender Technik eine weitgehende Normalisierung des Gelenkes möglich ist.

Literatur

ALBERT,E.: Dysplasie und Hüftarthrose. Z.Orthop.82,23 (1952)

BECKER,F.: Nachuntersuchungen an 200 Fällen von Hüftverrenkungen aus der Orthopäd. Klinik Altdorf mit primären Behandlungsergebnissen. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z. Orthop.79,146 (1950)

— Das Luxationshöschen. Z.Orthop.82,324 (1952)

— Über zehnjährige Erfahrungen mit der Spreizbehandlung der sog. kongenitalen Hüftgelenksluxation im Säuglings- und Kleinkindesalter. Z.Orthop.95,194,202 (1962)

— Prophylaxe und Frühbehandlung der kongenitalen Dysplasie des Hüftgelenkes. Arch.orthop.Unfall-Chir.55,218 (1963)

BRUSSATIS,F.: Zur Indikation der Pfannendachplastik. "Beckenosteotomie, Pfannendachplastik". Internat.Symposion Basel, Herausgeb.G.CHAPCHAL.Stuttgart: Thieme 1965

BUSSE,J.: Diagnose und Prognose deformierter Hüftgelenke Dissertationsarbeit, München 1972

COLEMAN,S.S.: Diagnosis of congenital dysplasia of the hip in newborn infant. J.Amer.med.Ass.162,548 (1956)

DEBRUNNER,H.U.: Orthopädisches Diagnostikum. Stuttgart: Thieme 1966

DENHAM,R.A.: Hip mechanics. J.bone Jt Surg.41-B,550 (1959)

ERLACHER,PH.: Hüftgelenksdysplasie. Wien.klin.Wschr. 62,21 (1951)

FABER,A.: Das Röntgenbild des Hüftgelenks beim Säugling. Verh. Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z.Orthop.67,251 (1938)

— Zur Pathologie der angeborenen Dysplasie des Hüftgelenks. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z.Orthop. 67,259 (1938)

FORESTIER,J.: L'atteinte des hanches dans la polyarthrite chronique... Rev.Rhum.18,304 (1951)

FRANCILLON,M.R.: Ischiometrische Untersuchungen bei Osteochondritis dissecans coxae. Z.Orthop.Chir.57,392 (1932)

FRANCON,F.: L'osteochondrite disséquante de la hanche. Rev.Rhum.2,770 (1935)

FREYKA,B.: Entwicklung des Pfannendaches bei der angeborenen Hüftgelenksluxation. Beitr.Orthop.5,33 (1958)

FRITZSCHE,K.-H.: Spätergebnisse der angeborenen Hüftverrenkung. Z.Orthop.82,228 (1952)

FROELICH: Traitement preventif de la lux.cong.de la hanche. Livre jubil.Prof.H.HARTMANN

GÜNTZ,E.: Kopfdeformierung bei kongenitaler Luxation. Nordwestdtsch.Orthop.Vereinig.1.Tagg.Hamburg Dez.1949

GROSSE,H.: Über die Unterschiede der Ossifikationsstörung des Pfannendaches und der proximalen Femurepiphyse bei männlicher und weiblicher Hüftverrenkung. Z.Orthop. 69,75 (1939)

HACKENBROCH,M.: Die kongenitale Minderwertigkeit des Hüftgelenkes. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z.Orthop.66,117 (1937)

— Die Arthrosis deformans der Hüfte, Grundlagen und Behandlung. Leipzig: Thieme 1944

— Die Arthrosis deformans im Bilde der angeborenen Hüftverrenkung. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z.Orthop.79,294 (1950)

HILGENREINER,H.: Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Med.Klin.21,1385 und 1425 (1925)

— Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte. Z.Orthop.69,30 (1939)

HOFFMANN-DAIMLER,S.: Die Frühdiagnostik und Frühtherapie der Hüftdysplasie. In memoriam K.LINDEMANN, Herausgeb. G.JENTSCHURA.Mannheim: Boehringer 1968

HORVATH,M.: Beiträge zur Pathologie und Therapie der angeborenen Hüftverrenkung. Z.Orthop.22,441 (1908)

IDELBERGER,K.,u.A.FRANK: Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels beim Jugendlichen und Erwachsenen. Z.Orthop.82,571 (1952)

JANSEN,MURK: Platte Hüftpfanne und ihre Folgen. Coxa plana, valga,vara und Malum coxae. Z.Orthop.Chir.46 (1925)

JENTSCHURA,G.: Über die praktische Anwendung der Methode WIBERGs für die Beurteilung der kongen. Dysplasie des Hüftgelenks beim Erwachsenen. Z.Orthop.80,34 (1950)

KAISER,G.: Die angeborene Hüftluxation. Jena: Fischer 1958

LANZ,T.v.: Anatomische und entwicklungsgeschichtliche Probleme am Hüftgelenk. Z.Orthop.79,9 (1949)

LEFRANC: zit.in M.FEVRE: Enquête sur le dépistage précoce des luxations congénitales de la hanche. Bull.Inst.nation.Hyg.(Paris) 12,767 (1957)

MASSIE,W.K.,and B.HOWORTH: Congenital dislocation of the hip. J.Bone Jt Surg.32-A,519 (1950)

MAU,C.: Zur Behandlung der kongenitalen Subluxation der Hüfte. Zbl.Chir.75,1194 (1950)

MAU,H.: Wachstumsfaktoren und -reaktionen des gesunden und kranken kindlichen Hüftgelenkes. Arch.orthop.Unfall-Chir. 49,427 (1957)

MEYER,H.: Über die Ursachen der Gelenkumbildung bei sogenannter angeborener Hüftluxation. Verh.Dtsch.Orthop.Ges., 19.Kongr.,192 (1924)

MÜLLER,M.E.: Die hüftnahen Femurosteotomien unter Berücksichtigung der Form, Funktion und Beanspruchung des Hüftgelenkes. Stuttgart: Thieme 1957

— Zur Röntgendiagnostik der mechanischen Hüftgelenksverhältnisse. Radiol.clin.26,344 (1957)

ORTOLANI,M.: La Lussatione congenita dell'anca. Bologna: Capelli 1948

PAUWELS,F.: Zur Frage der den Schenkelhals aufrichtenden Kräfte. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.,30.Kongr.,361 (1935)

— Über eine causale Behandlung der Coxa valga luxans. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.,37.Kongr., (1949) Z.Orthop.79 (1950)

— Des affections de la hanche d'originé mécanique et de leur traitement par l'ostéotomie d'adduction. Rev.Orthop.37,1 (1951)

PERROT,A.: Indications of Arthroplastics, Osteotomies and Arthrodeses in Coxarthritis. Verh.S.I.C.O.T.,Bern (1953)

PITZEN,P.: Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.Beih.Z.Orthop.79,78 (1949)

PREISER: Die Arthritis def. coxae und die Variation der Hüftpfannenstellung. Leipzig: Vogel 1907

PUTTI,V.: Die Anatomie der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Stuttgart: Enke 1937

RAVELLI,A.: Die Richtungslinie der Y-Fuge als Hilfslinie zur Früherkennung der angeborenen Hüftluxation. Z.Orthop.84,28 (1954)

ROHLEDERER,O.: Das derzeitige Wissen vom Wesen des angeborenen Klumpfußes und der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.,33.Kongr.,(1938) Beih.Z.Orthop.69, 221 (1939)

— Zur Röntgendiagnostik der Hüftluxation. Verh.Dtsch. Orthop.Ges.,37.Kongr.,(1949), Beih.Z.Orthop.79,95 (1950)

SCHEDE,F.: Die Ergebnisse der Luxationsbehandlung. Z.Orthop. 82,1 (1952)

SCHLEGEL,K.F.: Die Erkrankungen des Hüftgelenkes. Med.Klin. 51,232 (1956)

SCHULTHEISS,H.: Die Frühbehandlung der Hüftdysplasie durch atraumatische Spreizung. Beih.Z.Orthop.100, (1965)

STRAUSS,A.: Die Ätiologie der Hüftgelenksdeformitäten. Beih. Z.Orthop.68, (1938)

STEINDLER,A.: Kinesiology of the human body. Springfield, Illinois (USA):Charles C.Thomas 1955

STORCK,H.: Körperschwere und Gelenke. Arch.orthop.Unfall-Chir.29,1 (1931)

STRACKER,O.: Die angeb. Hüftluxation. Beih.Z.Orthop.95,(1961)

TÖNNIS,D.: Über die Änderungen des Pfannendachwinkels der Hüftgelenke bei Dreh- und Kippstellungen des kindlichen Beckens. Z.Orthop.96,462 (1962)

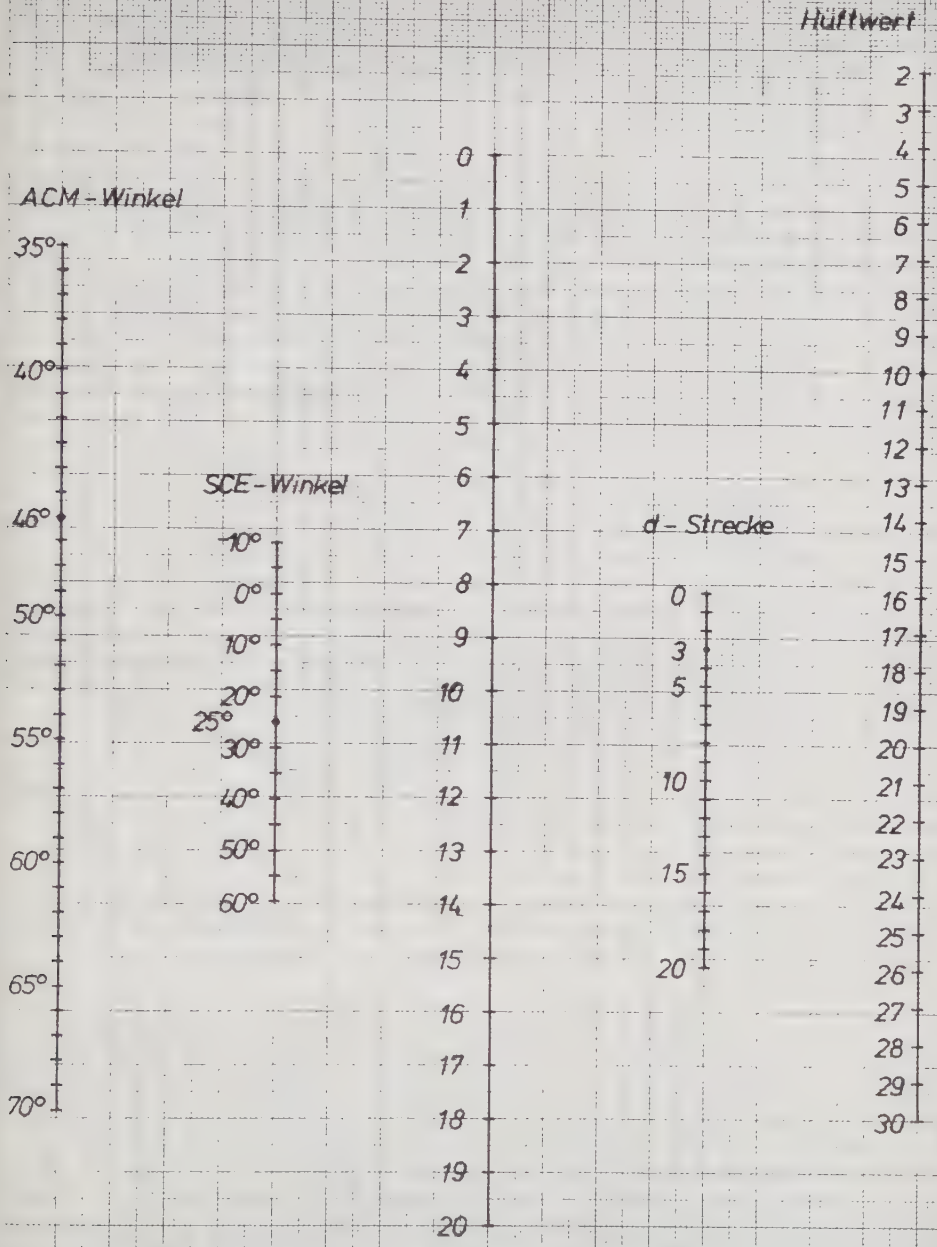
TÖNNIS,D.,u.D.BRUNKEN: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Arch.orthop.Unfall-Chir.64,197 (1968)

WEBER,H.: Über die Neubildung des knöchernen Pfannendaches bei der angeborenen Hüftverrenkung. Z.Orthop.Unfall-Chir.25,144 (1910)

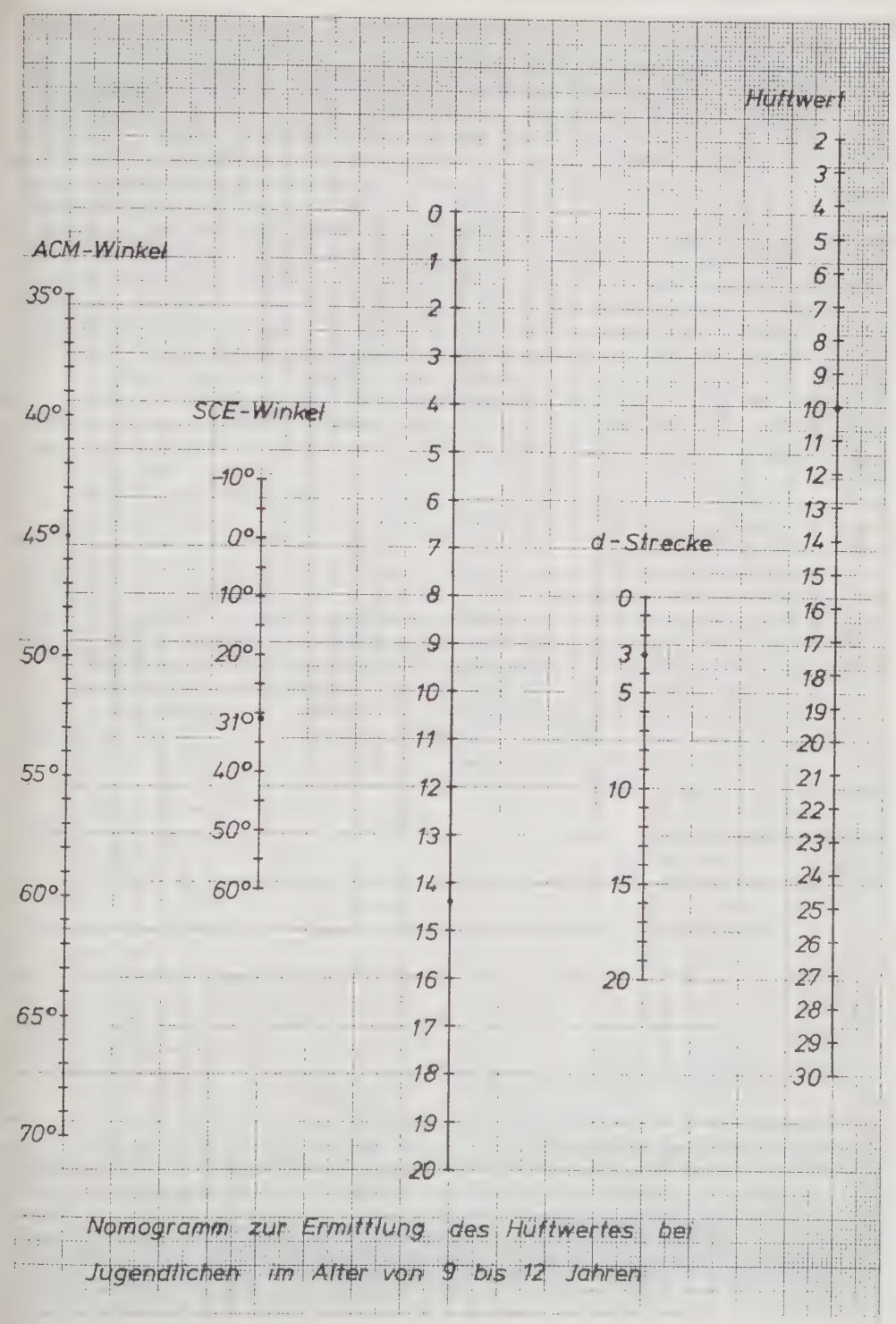
WIBERG,G.: Studies on dysplastic acetabular und congenital subluxation of the hip joint. Acta chir.scand.83,Suppl. 58,(1939)

WITT,A.N.: Fortschritte in der Behandlung der sogenannten angeborenen Hüftluxation. Med.Klin.56,873 (1961)

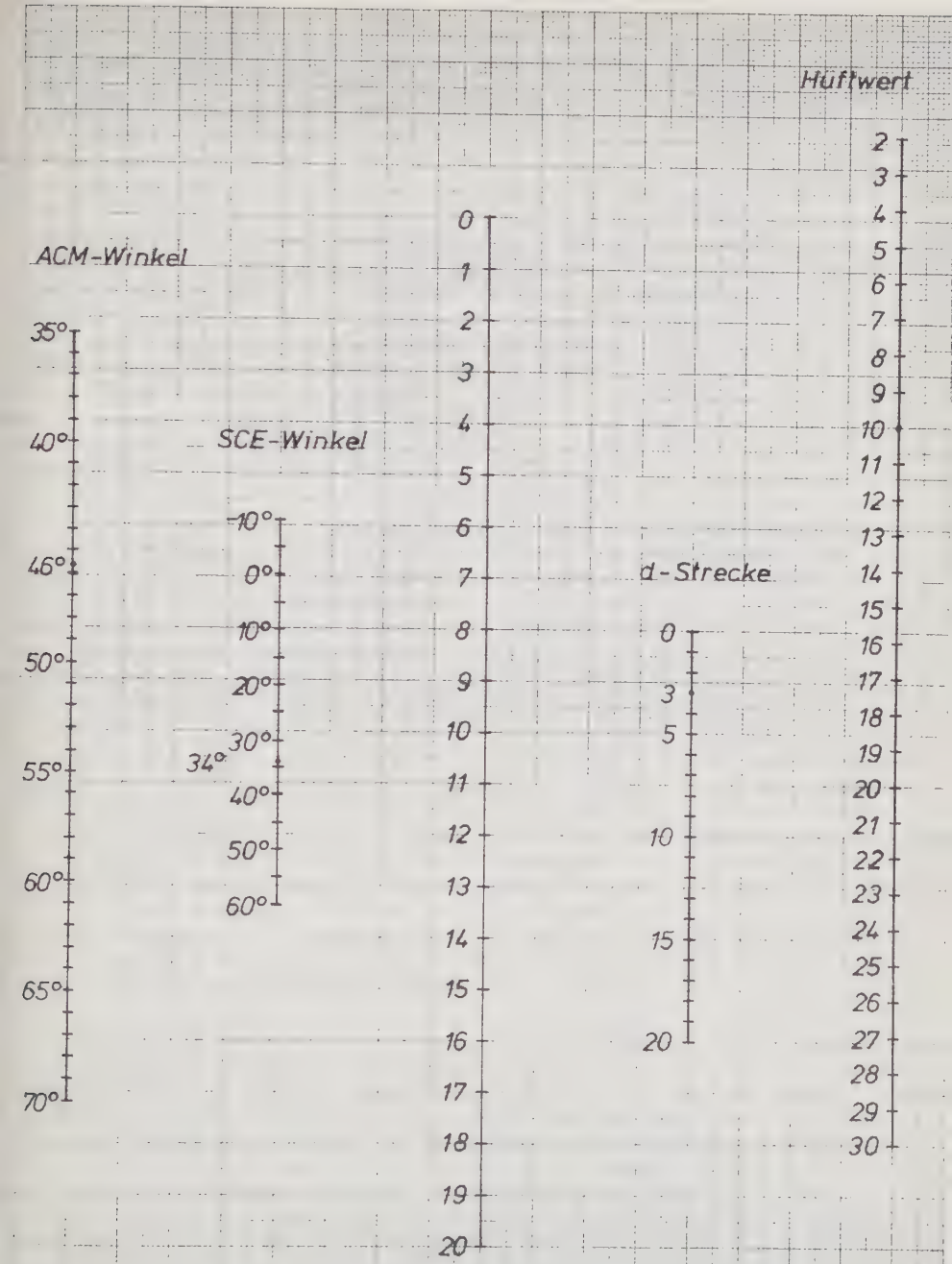
ZCEBÖK,Z.,R.MOLNAR u.E.NAGY: Deutung des Röntgenbildes bei Frühdiagnose der sogenannten angeborenen Hüftverrenkung Z.Orthop.82,556 (1952)



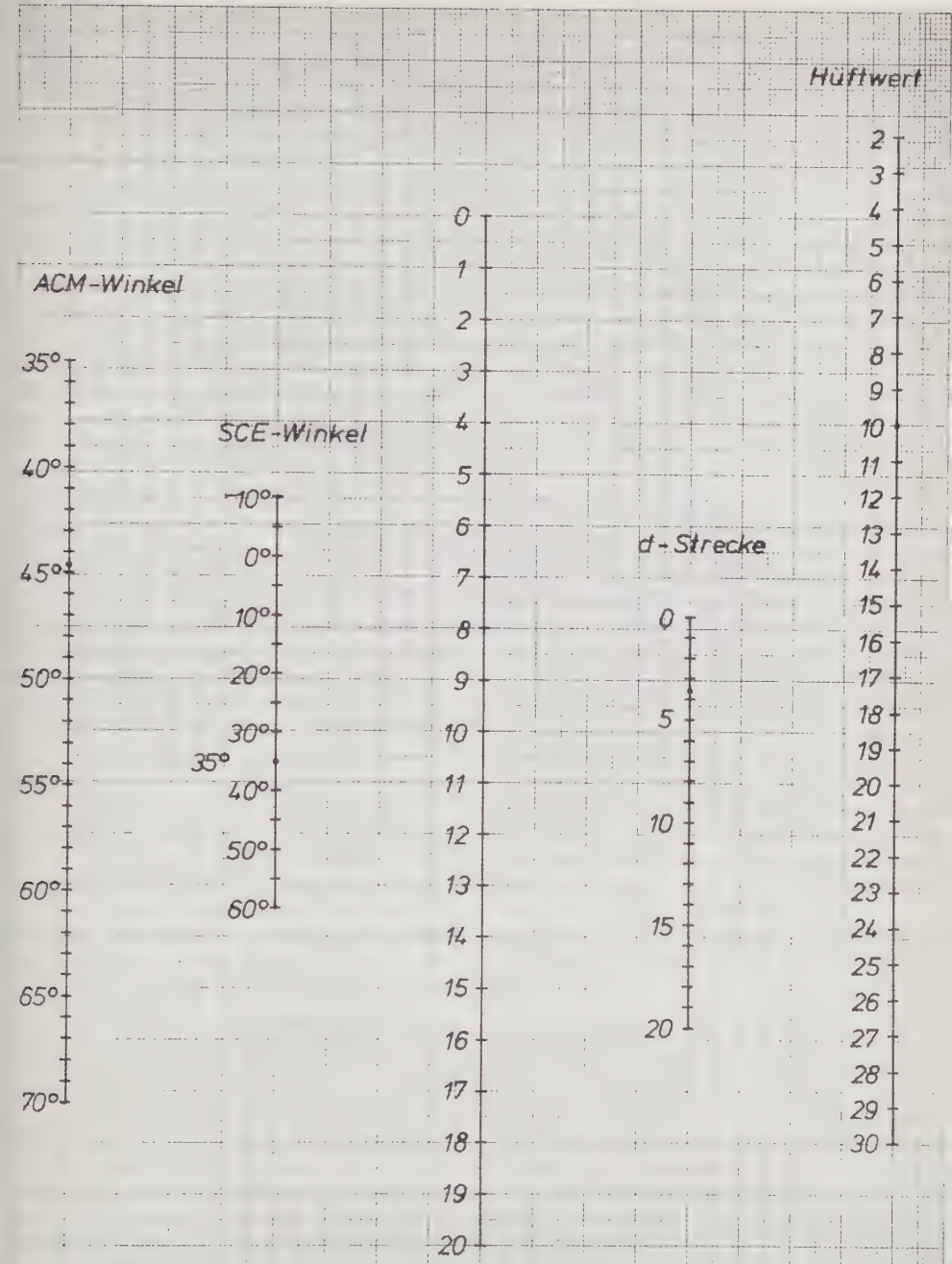
Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes bei Jugendlichen im Alter von 5 bis 8 Jahren



Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes bei Jugendlichen im Alter von 9 bis 12 Jahren



Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes bei Jugendlichen im Alter von 13 bis 16 Jahren



Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes bei Jugendlichen im Alter von 17 bis 20 Jahren

Lebenslauf

Geboren am 14.Oktober 1946 als Sohn des Volksschulrektors Paul Brückl und seiner Ehefrau Edith.
Besuch der Volksschule in Seifriedswörth und Geisenhausen; anschließend Besuch des humanistischen Hans-Carossa-Gymnasiums in Landshut. 1966 Reifeprüfung.
Von 1966 bis 1972 Studium der Humanmedizin an der Universität München.
Ärztliche Prüfung im Sommer 1972.

Reinhard Brückl